

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie



**Studium vlivu aplikace nátěrových systémů na jeho
vlastnosti**

**Study of Influence Application of Paint System on his
Characteristics**

Student:

Milan Vařeka

Vedoucí bakalářské práce:

Doc. Ing. Podjuklová Jitka, CSc.

Ostrava 2013

Zadání bakalářské práce

Student: **Milan Vařeka**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2303R002 Strojírenská technologie
Téma: Studium vlivu aplikace nátěrového systému na jeho vlastnosti
Study of Influence Application of Paint System on His Characteristics

Zásady pro vypracování:

1. Prostudujte složení a vlastnosti nátěrových systémů.
2. Prostudujte současné technologie aplikace nátěrových systémů.
3. Prostudujte vliv aplikačních podmínek na vlastnosti nátěrových systémů.
4. Navrhnete metodiku experimentálních prací.
5. Provedte experimentální práce a jejich vyhodnocení.
6. Zpracujte technickou zprávu včetně ekonomického vyhodnocení.

Seznam doporučené odborné literatury:

MOHYLA, M.: *Technologie povrchových úprav kovů*. Učební texty VŠB – TU Ostrava, 2006. 3. vydání. 156 s. ISBN 80-248-1217-7.

BROCK, T., GROTEKLAES, M., MISCHKE, P.: *European Coating Handbook*. Vincentz Verlag, Hannover, Germany, 2000. 410 s. ISBN 3-87870-559-X.


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Jitka Podjuklová, CSc.**


Datum zadání: 14.12.2012

Datum odevzdání: 20.05.2013





prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne: 20.5.2013

Podpis studenta: Viřeka

Dále prohlašuji, že:

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB - TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3)
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše)
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne: 20.5.2013

Podpis studenta: Marek

Jméno a příjmení autora práce:

Milan Vařeka

Trvalé bydliště autora práce:

Dolní Libina 106

788 05 Libina

Anotace Bakalářské práce:

Vařeka, M. Studium vlivu aplikace nátěrových systémů na jeho vlastnosti:

VSB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, katedra mechanické technologie, 2013

Bakalářská práce, vedoucí: Doc. Ing. Jitka Podjuklová, CSc.

Ve své bakalářské práci se věnuji zkoumání mechanických zásahů do již otryskaných plechů a důležitosti správné nátěrové hmoty na materiál. Tuto práci dělám pro zlepšení kvality nátěrových hmot ve firmě Q-tech s.r.o., která se zabývá výrobou svařenců, ke které patří i konečná povrchová úprava. Ve firmě Q-tech se provádí mřížková zkouška přilnavosti nátěrů dle ČSN EN ISO 16276-2. V teoretické části mé práce popisuji současný stav provozu firmy.

V praktické části provádím zkoušky drsnosti po otryskání a zkoušky přilnavosti nátěrové hmoty po aplikaci na různě předupravené povrchy materiálu. Zkoušky jsou popsány a následně vyhodnoceny. Celkové vyhodnocení zkoušek je uvedeno v závěru mé bakalářské práce.

Annotation of the thesis:

Vařeka, M. Study of Influence Application of Paint System on his Characteristics:

VSB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical, Department of Mechanical Technology, 2013

Thesis, leader: Doc. Ing. Jitka Podjuklova, CSc.

My thesis is devoted to examining the mechanical interference in the already blasted sheet metals and the importance of proper coating material. In my work I am to improve the quality of paints in the Q-tech Ltd. company, which is engaged in manufacturing weldments, including the final surface finish. The Q-tech company carries out grid paint adhesion test according to CSN EN ISO 16276-2. In the theoretical part of the thesis the current state of the company operations is described.

In the practical part I have performed tests of roughness after blasting and paint adhesion tests after applying it to variously pretreated surfaces. The tests are described and subsequently evaluated. The overall evaluation of tests is shown at the end of my thesis.

Obsah:

0 Seznam použitých značek a symbolů	8
1 Úvod	10
2 Čištění a předběžné úpravy povrchu před aplikací nátěrových hmot	11
2.1 Předběžné mechanické úpravy povrchu materiálu	11
2.1.1 Otryskávání	11
2.1.2 Omílání	18
2.1.3 Broušení	18
2.1.4 Kartáčování	19
2.2 Předběžné chemické úpravy povrchu materiálu	20
2.2.1 Odmašťování	20
2.2.2 Moření	23
3 Nátěrové hmoty	24
3.1 Složky nátěrových hmot	26
3.1.1 Filmotvorné složky (pojiva)	26
3.1.2 Těkavé složky (rozpouštědla)	26
3.1.3 Pigmenty	27
3.1.4 Plnidla	27
3.1.5 Aditiva	28
3.2 Aplikace nátěrových hmot	28
3.2.1 Předběžné operace před aplikací nátěrových hmot	28
3.2.2 Aplikace nátěrových hmot na povrch materiálu	28
3.3 Sušení aplikovaných nátěrových hmot	32
4 Předběžné úpravy a samotná aplikace nátěrových hmot ve firmě QTECH	33
4.1 Historie firmy QTECH	33
4.2 Předběžné úpravy povrchu ve firmě QTECH	35
4.3 Aplikace nátěrových hmot ve firmě QTECH	37
4.3.1 Druhy nátěrových hmot užívaných firmou QTECH	37
4.4 Expedice hotových a nastříkaných výrobků firmy QTECH	40
5 Návrh metodiky experimentálních prací	41
6 Experimentální práce	42
6.1 Měření drsnosti povrchu materiálu ČSN EN ISO 4287	42
6.2 Měření tloušťky aplikované nátěrové hmoty ČSN EN ISO 2808	46

6.3 Mřížková zkouška přilnavosti nátěrové hmoty ČSN EN ISO 16276-2	48
6.4 Zkouška přilnavosti křížovým řezem ČSN EN ISO 16276-2	53
6.5 Odtrhová zkouška ČSN EN ISO 16276-1	57
7 Závěr	61
8 Seznam použitých pramenů	64
8.1 Informace	64
8.2 Obrázky	66
8.3 Tabulky	67

0. Seznam použitých značek a symbolů

Zkratka	Popis	Jednotka
ČSN	Česká státní norma	[-]
EN	Evropská norma	[-]
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci	[-]
KTL	Katodforézní lakování ponorem	[-]
CNC	Číslicové řízení počítačem	[-]
NC	Číslicové řízení	[-]
B	Broušený povrch	[-]
Sa	Normalizovaný stupeň přípravy povrchu	[μm]
Ra	Průměrná aritmetická úchylka profilu	[μm]
Rz	Největší výška profilu	[μm]
Rq	Střední kvadratická úchylka profilu	[μm]
Rp	Největší výška výstupků profilu	[μm]
Rv	Největší hloubka prohlubní profilu	[μm]
Rsk	Šikmost posuzovaného profilu	[-]
Rku	Špičatost posuzovaného profilu	[-]
Rlo	Délka rozvinutého profilu	[mm]
UV	Ultrafialové záření	[-]
MPa	Tlak - Mega Pascal	[-]
pH	Potenciál Vodíku	[-]
°C	Teplota - Celsiův stupeň	[-]
V	Napětí – Volt	[-]
$\text{A} \cdot \text{dm}^{-1}$	Proudová hustota	[-]
$\text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1}$	Tryskací výkon	[-]
m^2	Metr čtverečný – Plošná míra	[-]
m	Metr - Délková míra	[-]
mm	Milimetr – Délková míra	[-]
μm	Mikrometr – Délková míra	[-]
h	Hodina - jednotka času	[-]
min	Minuta – jednotka času	[-]
Pb	Olovo – Chemický prvek	[-]
Ca	Vápník – Chemický prvek	[-]

Mn	Mangan – Chemický prvek	[-]
Zn	Zinek – Chemický prvek	[-]
CHC	Chlorovaný uhlovodík	[-]
NaNO ₂	Dusitan sodný	[-]
Na ₂ CO ₃	Uhličitan sodný	[-]

1. Úvod

Chceme-li dnes být úspěšnou firmou zabývající se výrobou svařenců, musíme mít špičkové výrobky vysoké kvality. Mezi požadované úpravy svařenců patří také ochrana povrchu materiálu. Jak již napovídá název: „Ochrana povrchu“, nátěrové hmoty neplní pouze funkci estetickou, ale také funkci ochrannou. Mezi ty nejdůležitější patří např. ochrana proti korozi, ochrana proti povětrnostním vlivům, proti působení UV záření apod.

Zdálo by se, že tohoto všeho můžeme dnes snadno dosáhnout. Máme přece na trhu nepřeborné množství nátěrových hmot různých vlastností. Stačí si jen vybrat. Zní to snadno, pravda. Ale bez řádné přípravy povrchu před samotnou aplikací nátěrové hmoty, bychom si moc nepomohli. Bez řádného odmaštění, zbavení rzi, ale také řádného zbavení nečistot a nerovností, by náš výrobek na konkurenčním trhu jen stěží obstál. Jestliže výrobek pouze odmastíme a zbavíme rzi, ale zapomeneme zabrousit nerovnosti a zbavit povrch výrobku rozstřiku po svařování, nikdo si jej nekoupí. V lepším případě přijde reklamace na nevábny vzhled a následné penále za opravu. Stejně tak zbavíme-li výrobek rzi a nerovností a zapomeneme jej důkladně odmastit. Výrobek, u kterého se po čase začne při manipulaci s ním loupat barva, dnes nikdo nechce. Zkrátka a dobře, dneska vše souvisí se vším a chceme-li se udržet na trhu plném konkurence, musíme být důkladní a kvalitativně minimálně stejně dobří jako ostatní na trhu.

Nedílnou součástí toho všeho je však i vhodný návrh a technologický postup výroby svařenců, protože i když vše výše uvedené do puntíku dodržíme, výrobek může časem například začít rezivět. Vezměme si výrobu nějakého ochozu na jeřábu, který pracuje venku. Na ochoze je přivařeno zábradlí a na jeho spodní části je přivařen okopávací plech. Jestliže jej k zábradlí přivaříme pouze svislými svary, tj. z boku, po čase nám začne rezivět. V místě, kde je plech přivařen k zábradlí, jsou totiž pouze svislé svary a navrchu, kde se při dešti drží voda, nám svar chybí. Zde se nám voda dostává do mezer, kde již materiál není chráněn nátěrem. Tudíž nic nebrání vodě, aby započala destrukci, tj. aby zábradlí začalo korodovat.

Ve své bakalářské práci se chci tímto vším výše uvedeným zabývat. Hledat příčiny nequalitního nátěru a najít taková opatření, aby se tyto chyby již neopakovaly.

2. Čištění a předběžné úpravy povrchu před aplikací nátěrových hmot

Povrch kovů je znečišťován dvěma základními způsoby. Jednak látkami vázanými k povrchu mechanicky (mastnoty, zbytky past, mazadel, prach apod.) a jednak látkami vázanými chemicky (oxidy, rez, okuje apod.). Před samotnou aplikací dané nátěrové hmoty je nutno povrch materiálu těchto nečistot zbavit a vytvořit kovově čistý povrch.

Pro zbavení se mechanicky vázaných nečistot provádíme tzv. odmašťování. Při odstraňování chemických nečistot si pomáháme buďto mořením, nebo mechanickými úpravami. A to např.: otryskáváním, omíláním, broušením, kartáčováním apod. Těmito úpravami dáváme danému povrchu lepší mikrogeometrii a mikrostrukturu. [1]

2.1 Předběžné mechanické úpravy povrchu materiálu

Mechanickými předběžnými úpravami vytváříme nové jakostní vlastnosti povrchu materiálu. Mezi předběžné mechanické úpravy řadíme otryskávání, omílání, broušení, kartáčování a leštění. Touto cestou zbavujeme povrch daného materiálu rzi, okují, mastných nečistot a u výrobků z litiny i zbytků formovacích hmot. Dále touto cestou vytváříme lepší podmínky pro zakotvení budoucího povlaku (nátěru).

2.1.1 Otryskávání

Jde o proces, při kterém je nečistota v podobě okují a rzi odstraňována tryskacím materiálem, který je vrhán vysokou rychlostí na povrch materiálu. Při dopadu tryskací materiál „odlupuje“ danou nečistotu. Vyvolává tak kvalitativní přeměny na povrchu materiálu, přičemž vzniká typická morfologie povrchu. Otryskaný povrch řadíme mezi izotropní (neorientované) povrchy. Jakost povrchu je dána zejména tvarem a tvrdostí tryskacího materiálu, druhem tryskaného materiálu a úhlem a rychlostí dopadu tryskacího materiálu na tryskaný materiál. [1]

Výhoda otryskávání materiálu je nejen v odstranění nečistot a povrchových defektů, ale můžeme jim i zvýšit mez únavy a to cca o 100MPa i více. Dále lze touto metodou snížit podíl zbytkového austenitu cca do hloubky 0,2÷0,25mm. Mezi další příznivé vlivy otryskávání můžeme bezesporu zařadit i lepší odolnost otryskaného materiálu při

cyklickém zatěžování v korozním prostředí. Otryskaný povrch je vysoce reaktivní s okolním prostředím. Dochází ke snadné tvorbě tenkých oxidických filmů. Otryskaný materiál by proto měl být cca do šesti hodin po otryskání nastříkán. Nedovoluje-li to technologický postup výroby daného výrobku, na výrobek je aplikován dočasný ochranný film. [2]

Tab. 1 – Hodnocení kvality tryskaného povrchu [1]

Kvalitativní stupeň otryskání	Kvalita tryskaného materiálu (povrchu)
Sa1 Lehké otryskání povrchu	Na povrchu není zjištěna přítomnost olejů, mastnot a jiných nečistot. Dále zde není zjištěna přítomnost okují, rzi, dřívější nátěry a cizí látky.
Sa2 Důkladné otryskání povrchu	Na povrchu není zjištěna přítomnost olejů, mastnot a jiných nečistot. Dále zde není zjištěna přítomnost okují, rzi, dřívější nátěry a cizí látky. Všechny zbytky nečistot jsou pevně přilnavé.
Sa2 1/2 Velmi důkladné otryskání povrchu	Na povrchu není zjištěna přítomnost olejů, mastnot a jiných nečistot. Dále zde není zjištěna přítomnost okují, rzi, dřívější nátěry a cizí látky. Všechny zbylé stopy jsou pouze stíny ve formě skvrn nebo pásů.
Sa3 Vizuálně ocelově čistý povrch.	Na povrchu není zjištěna přítomnost olejů, mastnot a jiných nečistot. Dále zde není zjištěna přítomnost okují, rzi, dřívější nátěry a cizí látky. Povrch vykazuje jednotný kovově čistý vzhled

a) Tryskací materiál

Křemičitý písek:

Má ostrohranná zrna, používáme jej výhradně pro pneumatické otryskávání do tlaku max. 0,3MPa. Při použití vyšších tlaků je zvýšená prašnost a tudíž zvýšené nebezpečí silikózy plic pro obsluhu tryskacího zařízení. [1]



Obr. 1 Křemičitý písek [1]

Litinová drť:

Oproti křemičitému písku je pořizovací cena dražší, avšak litinová drť je cca 60x trvanlivější, zrnitost a jakost povrchu je rovnoměrnější a její schopnost úběru materiálu je mnohem větší. V závěru je tedy litinová drť levnější než křemičitý písek a oproti němu je i hygieničtější. Není však vhodná pro otryskávání nerezavějících ocelí ani barevných kovů. [1]



Obr. 2 Litinová drť [2]

Litinový granulát:

Zrno má mít co nejkulatější tvar. Za vadné částice se považují částice podlouhlé, jejichž délka je větší než dvojnásobek jejich maximálního průměru a které vykazují hrany, lomené plochy a další ostré defekty povrchu. Podíl vadných částic smí být max. 20%. [6]



Obr. 3 Litinový granulát [3]

Brusiva:

Mezi brusiva sloužící k tryskání řadíme karbid křemíku a umělý korund. Oproti křemičitému písku je méně prašné, povrch tryskaného materiálu je stejnoměrnější a zrno je ostřejší. [1]



Obr. 4 Korund [4]



Obr. 5 Karbid [5]

Sekaný drát:

Vyznačuje se velmi vysokou pevností (160MPa) a je vhodný pro tryskače s metacími koly i mechanizované linky. Má tvar válečku a jeho průměr je roven délce. Oproti litinové drti je cca 5x dražší. Jelikož se však dále neštěpí, nedrolí se a nedochází u něj k takovému opotřebení metacích kol, je v konečném součtu hospodárnější. [1]



Obr. 6 Sekaný drát [6]

b) Tryskací zařízení

Tryskací zařízení můžeme v zásadě rozdělit do dvou skupin. Pneumatické a mechanické. Liší způsobem, jakým je otryskávací materiál vrhán na tryskaný materiál. U prvního (pneumatického zařízení) vrháme tryskací materiál buď stlačeným, nebo proudícím vzduchem. Kdežto u druhého (mechanického zařízení) vrháme tryskací materiál rotujícím kolem. [1]

Pneumatické tryskače

Můžeme se s nimi setkat jak v mobilním tak ve stacionárním provedení. Mobilní tryskací zařízení má nespornou výhodu v tom, že není omezeno velikostí tryskaného materiálu a lze s ním tryskat i na jinak nepřístupných místech (v terénu). Stacionární tryskací zařízení je omezeno velikostí svých boxů či kabin tj. velikostí tryskaného materiálu. U pneumatického otryskávání je obsluha tryskače přímým účastníkem tryskání materiálu a to tak, že drží trysku. Tím určuje směr, úhel a vzdálenost dopadu tryskacího materiálu na tryskaný materiál. Pneumatické tryskače můžeme dále rozdělit na tlakové a injektorové. Pneumatická tlaková zařízení mají tryskací materiál umístěn v tlakové nádobě. S pneumatickým talkovým zařízením se můžeme nejčastěji setkat při tryskání členitých výrobků velkých rozměrů a to jak v mobilní tak ve stacionární (kabiny, boxy) podobě. Jejich výkon je poměrně vysoký $2-10 \text{ m}^2 \cdot \text{h}^{-1}$ otryskaného povrchu. [1]



Obr. 7 Tlakové mobilní zařízení [7]



Obr. 8 Pneumatický tlakový tryskáč [8]



Obr. 9 Pneumatické tryskáčské zařízení tlakové se zavážecím otočným stolem [9]

Injektorové tryskací zařízení tvoří tryskací pistole, která má dva přívody pracovní a vzduchový. Vzduchovou částí pistole se přivádí stlačený vzduch. Směs vzduchu a zvoleného tryskacího materiálu proudí pracovní tryskou a poté dopadá na tryskaný materiál. [1]



Obr. 10 Injektorová tryskací pistole SAW 4 kombi [10]

Mechanické tryskače

Zde je hlavní částí rotující metací kolo, které metá vysokou rychlostí tryskací materiál na tryskaný materiál. Vzhledem k technologickému procesu je tento typ tryskání poloautomatický popřípadě automatický. Směr dopadu tryskacího materiálu na výrobek je zde řízen natáčením rozváděcího kola. Mechanická tryskací zařízení jsou různě konstruována, např.: stolové, komorové, bubnové, průběžné. [1]



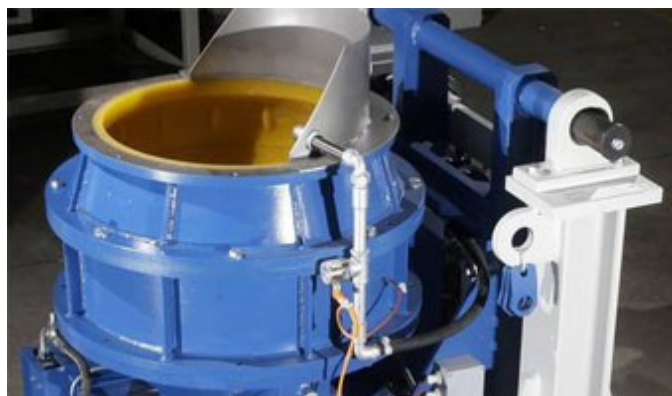
Obr. 11 Mechanický tryskač [11]



Obr. 12 Metací kolo [12]

2.1.2 Omílání

Používáme jej u drobných předmětů a členitých součástí (vibrační omílání). Při omílání dochází ke vzájemnému otírání se omílaných předmětů, omílajících těles, kapaliny a brusiva. Omíláme v bubnech (válcové, šestiboké, osmiboké, dvanáctiboké), zvonech či žlabech (vibrační omílání). V bubnu se při omílání vytváří dvě oblasti. Pracovní (nosná) vrstva ve tvaru prstence a jádro. [1]



Obr. 13 Odstředivé omílací zařízení [13]

2.1.3 Broušení

Pracovními nástroji jsou zde kotouče nebo pásy, na nichž jsou brusné částice. Oproti přesnému obrábění broušením není při povrchových úpravách broušením tak dbáno na přesnost či hladkost a upřednostňuje se zde spíše schopnost odstranit nečistoty z povrchu materiálu (výrobku). [1]

Tab. 2 Dělení zrnitosti [2]

Technologie broušení	Stupeň zrnitosti
Hrubování	46 – 80
Hlazení	100 – 150
Jemné hlazení	200 – 240
Předlešťování	280 – 320
Jemné předlešťování	M32 – M22

a) Brusné kotouče

Mohou být látkové, plstěné, ale i pružně uložené lišty s nalepeným brusivem na povrchu. Měkké kotouče používáme u složitějších tvarů součástí. Naopak u ostrohranných a rovných předmětů používáme tužší kotouče. Plstěné kotouče používáme jakožto podložkové pod brusné pásy nebo přímo k broušení. Brusivo s velkou zrnitostí používáme při hrubém broušení povrchu, a naopak na vyhlazení povrchu použijeme brusivo s menší zrnitostí. Látkové kotouče jsou vyrobeny buďto z kalika nebo molina a používáme jich pro vybroušení nerovností u různě tvarovaných výrobků. [1]

b) Brusné pásy

Mají oproti kotoučům výrazně delší obvod brusné plochy. Díky tomu je čas pro vychladnutí brusné plochy delší a styk brusné plochy s broušeným povrchem není tak častý, tím se u brusného pásu docílí delší životnosti. Na broušení rovných předmětů používáme papírové brusné pásy a na broušení tvarových předmětů textilní brusné pásy. [1]

2.1.4 Kartáčování

Používáme buďto při odstraňování starých nátěrů a rzi (s ocelovými dráty) nebo při leštění povrchu jakožto předběžné operace (silon, žíně, fibr, sisal). Mezi nevýhody kartáčování patří fakt, že jim odstraníme pouze rez, okuje a další nečistoty, nikoliv však mastnotu. Při výběru této metody je tedy potřeba počítat s další operací na odstranění mastnoty. [1]



Obr. 14 Hrnkové kartáče [14]

2.2 Předběžné chemické úpravy povrchu materiálu

Mezi chemické předúpravy povrchu materiálu řadíme odmašťování a moření. Zpravidla slouží jakožto příprava povrchu pro nátěrové hmoty apod. Tyto předúpravy se provádí v různých teplotách, poměrech a kvalit lázní. Požadavek čistoty povrchu je závislý na povlaku.

2.2.1 Odmašťování

Řadíme mezi chemické úpravy povrchu, při kterých reagují chemická činidla s nečistotami na povrchu daného materiálu. Nečistoty v podobě prachu nejčastěji ulpívají na mastnotách různého druhu. Jejich tloušťka může být jen několik mikrometrů, ale i několik milimetrů. Odmašťování respektive procesy odmašťování můžeme rozdělit dle použitých prostředků na: [1]

- V alkalických roztocích
- V organických rozpouštědlech
- V neutrálních roztocích
- Opalováním
- Emulzním odmašťováním
- Elektrolytickým odmašťováním
- Vysokotlaké kapalinné odmašťování

a) Odmašťování v alkalických roztocích

Jde o nejrozšířenější způsob odmašťování kovového povrchu. Účinnost alkalického odmašťování spočívá hlavně v tzv. koloidně chemických procesech, kdy nečistoty nejrůznějšího druhu emulgují a dispergují. Dále některé druhy mastnot zmýdelní. Neméně významnou vlastností alkalických odmašťovadel je zabránění redepozice nečistot na kovovém povrchu. Dochází zde rovněž k rozpouštění anorganických solí. Prostředky s alkalickými roztoky obsahují fosforečnany, křemičitany, uhličitany, povrchově aktivní látky, emulgátory a louh či sodu. Povrchově aktivní látky tzv. tenzidy nejen odmašťovací proces zrychlují, ale i zvyšují jeho kvalitu. Mimo to však také snižují pracovní teplotu a umožňují snížení pH na neutrální nebo dokonce na kyselé. Alkalické odmašťování se provádí buďto ponorem nebo postřikem.

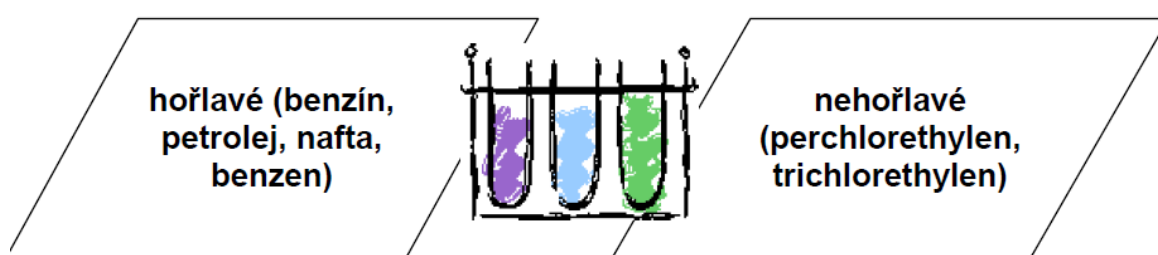
Pracovní teplota při aplikaci ponorem by měla být v rozmezí 60 až 90°C. Řadou experimentů bylo zjištěno, že nedodržení pracovní teploty předepsané výrobcem vede ke snížení účinnosti až o 50%. Aplikace ponorem je zvláště vhodná při mastnotách silně ulpělých v pórech. [2]

Aplikace postřikem využívá mechanických účinků dopadajícího roztoku k snadnějšímu vytěsnění mastnot a jejich emulgaci. Díky tomu se sníží operační doba i pracovní teplota. Tohoto způsobu využíváme především u výrobků větších rozměrů a u výrobků hodně mastných. [2]

Obecně můžeme říci, že mezi přednosti alkalického odmašťování patří ekonomická a technologická výhoda a to zejména ve spojení s dalšími operacemi předúpravy povrchu materiálu jako např. s mořením a fosfátováním. [2]

b) Odmašťování organickými rozpouštědly

Při tomto druhu odmašťování používáme chlorovaných uhlovodíků (CHC), benzenu, ketonů, alkoholů, uhlovodíků nebo lakového benzínu. Odmašťování organickými rozpouštědly je účinné při znečištění tzv. čistými tuky a oleji, zejména pak při znečištění minerálními oleji. Nedoporučují se při znečištění mazivy, která obsahují mastné kyseliny a při znečištění různými druhy past. Organická rozpouštědla dělíme na hořlavá a nehořlavá. Viz. obr. 15. [7]



Obr. 15 Základní rozdělení organických rozpouštědel [15]

Nevýhodou těchto rozpouštědel je jejich vliv na zdraví (centrální nervovou soustavu) a jejich, v dnešní době nevítaná, neekologičnost. V zásadě se používají dva způsoby odmašťování organickými rozpouštědly.

Odmašťování za studena, kdy je materiál čištěn proudem rozpouštědla anebo je do něj ponořen. Při ponoru se uvolněná mastnota usazuje na dně kádě. Kád' by se proto měla pravidelně čistit. Nepříliš účinnou, ale přesto často používanou metodou je odmašťování technickým benzínem a hadrem. Špínu (mastnotu) takto v podstatě jen rozetřeme. Povrch je na oko čistý, ale vezmeme-li si čistý hadřík a přejedeme jím po povrchu zjistíme, že je výrobek stále špinavý (mastný). [8]

Odmašťování v parách, kdy se rozpouštědlo odpařuje z kádě a studený materiál (výrobek) je vložen do par. Páry na povrchu materiálu (výrobku) kondenzují, rozpustí mastnotu, ta v podobě kapek steče z povrchu materiálu a výrobek zůstane čistý a suchý. Na tento způsob odmaštění z výhodou používáme chlorované uhlovodíky, jenž jsou těžší než vzduch a zůstanou tudíž na dně kádě (nádrže). [8]

c) Elektrolytické odmašťování

Tento způsob odmašťování je jedním z neúčinnějších. Provádíme jej elektrolýzou v ocelových nádržích s alkalickým roztokem. Výrobek je zde katodou. Elektrolýzou se vylučuje vodík a současně alkalický kov. Pracovní teplota je zde cca 80°C, proudová hustota by měla být minimálně 10A.dm⁻² a napětí 7÷9V. Nevýhodou této metody je difúze vodíku do materiálu a tím jeho zvýšená křehkost. [8]

d) Emulzní odmašťování

Funguje tak, že na předmět působí směs organických rozpouštědel a emulgátory (trietanolové mýdlo), smáčedla, alkálie, inhibitory a voda. A to buďto zároveň nebo ihned po sobě. Tuto metodu můžeme provádět postřikem, nátěrem nebo ponorem. Nevýhodami emulzního odmašťování jsou jeho technologická náročnost a nelehké čištění oplachových vod. [1], [9]

e) Odmašťování ultrazvukem

U této metody odmašťování využíváme tzv. podélného vlnění, které snižuje tlak na povrchu materiálu (výrobku), čímž se tvoří bublinky, které strhávají nečistoty. Tento proces nazýváme kavitací. Používáme zde alkalických, tenzidických, organických a emulzních rozpouštědel. Výhodami této metody jsou rychlost odmašťování a nižší teplota lázně. [9]

f) Odmašťování horkou parou

Metodu využijeme zejména při odmašťování rozměrných výrobků, které se nevlezou do nádrží ani do stříkacích boxů. Pomocí horké páry nečistoty emulgují a zkondenzovanou vodou jsou odplaveny. Za vyšších teplot roste riziko zkorodování materiálu. Tomu zabráníme přidáním fosfatizačních či pasivačních látek. Poté musí vždy následovat oplach. [9]

g) Odmašťování vysokotlakou vodou

Využíváme zde proudy čisté vody (někdy s přísadou inhibitorů), jenž naráží na povrch čištěného materiálu při vysoké rychlosti (při tlaku až 60MPa). V kombinaci s fosfáty či tenzidy jde o účinný způsob odmašťování. Tento způsob odmašťování je nejen velmi účinný, ale i nenáročný co se čištění oplachových vod týče. Musíme však počítat s většími pořizovacími náklady. Vysokotlaké odmašťování využijeme při odmašťování rozměrově velkých výrobků. [1]

2.2.2 Moření

Mořením odstraňujeme rez a okuje z ocele, zinku, hliníku a dalších kovů pomocí kyselin nebo hydroxidů. Z kyselin nejčastěji používáme kyselinu sírovou, kyselinu solnou a kyselinu fosforečnou. Při moření se rozpouští i samotný kov a difunduje do něj vodík a rozpustné soli. Pomocí oplachů a pasivace lze soli odstranit. S vodíkem, který proniká až do krystalické mřížky materiálu to je podstatně horší. Nesčetné pokusy dokazují, že nahromaděný vodík má tlak až několik set atmosfér. Rozpouštěním kovu při moření ztrácí materiál až 4% ze své hmotnosti. Doba moření je závislá na druhu použité kyseliny či hydroxidu a na druhu mořeného materiálu. Pohybuje se od několika sekund až minut. Při moření je povrch materiálu lehce naleptán, díky tomu má následný nátěr lepší přilnavost. Po moření musíme povrch mořeného materiálu důkladně opláchnout studenou a teplou vodou, která obsahuje neutralizační přísady (Na_2CO_3 , NaNO_2). Abychom zabránili „vybublávání“ vodíku následuje po moření pasivace. [9]

3 Nátěrové hmoty

Chceme-li prodloužit životnost výrobku tj. chránit povrch materiálu před okolními vlivy, šáhneme zpravidla po nátěrové hmotě. Pod tímto pojmem si můžeme představit organické látky různých druhů, které vytvoří na povrchu daného materiálu buďto průhledný film (lak, fermež) nebo neprůhledný film. Neprůhledné filmy se dělí dle obsahu pigmentu na emaily (nízký obsah), tmely (vysoký obsah) a barvy. Nátěr aplikujeme na povrch materiálu v tekutém nebo v tzv. těstovinovém tvaru. [1]

Barevné odstíny dle ČSN 67 3067 u organických povlaků:

- | | |
|----------------|-----------------------------|
| ➤ 1000 až 1999 | šedé (od bílé až po černou) |
| ➤ 1999 až 2999 | hnědé |
| ➤ 3000 až 3999 | fialové |
| ➤ 4000 až 4999 | modré |
| ➤ 5000 až 5999 | zelené |
| ➤ 6000 až 6999 | žluté |
| ➤ 7000 až 7999 | oranžové |
| ➤ 8000 až 8999 | červené |
| ➤ 9000 až 9999 | s obsahem kovových prášků |

[10]

Tab. 3 Dělení nátěrových hmot [3]

Kritérium	Dělení
Dle druhu aplikace	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stříkáním ▪ Štětcem ▪ Stěrkou (tmely) ▪ Poléváním / Máčením ▪ Elektroforézou
Dle obsahu pigmentů	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pigmentované - obsahují antikorozi plniva a pigmenty ▪ Transparentní - obsahují pojiva nebo jejich roztoky
Dle filmotvorné složky	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Asfaltové - A ▪ Polyesterové - B ▪ Celulózové - C ▪ Chlorkaučukové – H ▪ Silikónové – K ▪ Lihové - L ▪ Olejové - O ▪ Syntetické - S ▪ Polyuretanové - U ▪ Emulzní - na vodní bázi - V
Dle teploty zasychání	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Na vzduchu - pokojová teplota ▪ Vypalovací - 100°C a více
Dle pořadí kladení	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Základní ▪ Vrchní ▪ Podkladové ▪ Napouštěcí
Dle způsobu zasychání a vytvrzení	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fyzikálně zasychající ▪ Fyzikálně chemicky zasychající
Dle místa použití	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vnější ▪ Vnitřní

3.1 Složky nátěrových hmot

Chceme-li výrobek opatřit nátěrem jedním z kritérií při jeho volbě je jeho složení. Jaké má mít nátěr vlastnosti určujeme podle toho, kde výrobek bude a k čemu bude sloužit. Nátěrové hmoty se zpravidla skládají z filmotvorné složky (pojiva), těkavé složky (rozpouštědla), z pigmentů, plnidel a aditiv. Aby nátěr plnil svou ochranou funkci co nejlépe, měl by mít souvislou vrstvu. Podle počtu vrstev rozeznáváme nátěrové hmoty jednovrstvé a vícevrstvé.

3.1.1 Filmotvorné složky (pojiva)

Jedná se o netěkavé látky mající schopnost vytvořit tuhý a souvislý film potřebné tloušťky. Odlišují se od sebe jak chemickým složením, tak fyzikálními vlastnostmi. Jejich kombinací dosahujeme požadovaných vlastností nátěrové hmoty. Filmotvorné složky se dále dělí do těchto podskupin:

- **vysychavé oleje:** lněný, tungový (z tungovníku srdčitého)
- **přírodní pryskyřice:** kalafuna (tuhý zbytek po oddestilování terpentýnové silice z jehličnatých stromů), šelak (pryskyřice získaná z výpotků sameček různých červců), kopál (pryskyřice z některých tropických stromů)
- **deriváty celulózy:** nitrocelulóza, acetylcelulóza, metylcelulóza, benzylcelulóza
- **deriváty kaučuku:** chlorovaný kaučuk, cyklizovaný kaučuk
- **asfalty:** přírodní, získané z ropy
- **syntetické pryskyřice:** alkalidy, epoxidy, vinylové polymery, akryláty a další

Mezi filmotvorné složky řadíme i změkčovadla, která se přidávají do nátěrových hmot pro lepší pružnost (dibutylftalát, chlorovaný parafín, chlorovaný difenyl apod.). [11]

3.1.2 Těkavé složky (rozpouštědla)

Jak napovídá název jejich úkolem je rozpustit pojivo (umožnit nanesení nátěrové hmoty). V nátěrové hmotě jsou jen při aplikaci. Při zasychání se postupně vypařují z povrchu materiálu do okolního prostředí. Kdyby se tak nestalo nepříznivě by ovlivňovaly vlastnosti

nátěru (odolnost vůči vnějším vlivům). Mezi rozpouštědla řadíme toluen, xylen, etylalkohol, etylacetát, aceton, terpentýnové silice apod.

Mezi rozpouštědla řadíme i ředidla, která mají podobné složení nebo vznikají smíšením několika rozpouštědel. Používáme je ke zředění nátěrové hmoty tj. ke snížení viskozity. [1], [11]

3.1.3 Pigmenty

Slouží ke zbarvení tzv. pigmentaci nátěrových hmot. Dále zlepšují tvrdost nátěrové hmoty, zabraňují jejímu předčasnému vyblednutí, odolávají teplotním výkyvům a zlepšují korozivzdornost nátěru. Pigmenty dělíme do tří základních skupin:

- **Inhibitorové** – Mají za úkol tzv. pasivaci povrchu železa (suřík, zinková žlut', zinkový prach, ortooolovičitan vápenatý apod.). Setkáme se s nimi především u základních nátěrů.
- **Neutrální** – U základních nátěrů slouží jakožto inertní substance u vrchního nátěru slouží ke zlepšení fyzikálních vlastností (chroman olovnatý, zinková běloba, kyslíčníky železa apod.)
- **Stimulující** – Vyznačují se dobrou elektrickou vodivostí kde ocel je anoda a pigment katoda. Jelikož urychlují korozi používáme je pouze a jen na vrchní nátěry a i zde musíme dbát na to k čemu bude materiál (výrobek) sloužit a kde bude umístěn (grafit, saze). [1], [11]

3.1.4 Plnidla

Jsou další důležitou složkou nátěrových hmot. Vyrábí se z minerálních látek (těživec, křída, mastek), které jsou jemně rozemlety. V roztoku filmotvorných složek se nerozpouští. Vhodně upravují technologické vlastnosti nátěru a to zejména svou schopností zabránit smrštění barvy (filmu) po jejím uschnutí. [1]

3.1.5 Aditiva

Mezi aditiva patří různá zvláčňovadla, sušidla, emulgátory, stabilizátory a další složky příznivě ovlivňující zasychání nátěrové hmoty a zabraňující pění a tvorbě škraloupů. Dále také napomáhají zvýšit odolnost nátěru proti korozním vlivům. Jejich základní složkou jsou tzv. kovová mýdla (rezináty, naftenáty, linoleáty s kationty Pb, Ca, Mn, Zn apod.) nebo jejich roztoky. Používají se při výrobě glyptalových a olejových nátěrů nebo například u fermeží. [3]

3.2 Aplikace nátěrových hmot

Aplikace nátěrových hmot je důležitý konečný krok výroby výrobku a měl by jej dělat člověk s potřebnou kvalifikací a osobní zodpovědností. Měl by znát poměry ředění, jak se který nátěr chová, kdy jaký nátěr použít, jaký způsob nanášení barvy je pro daný materiál vhodný a mnoho dalších věcí. Ve zkratce řečeno: Měl by to být člověk, který své práci rozumí a je zodpovědný.

3.2.1 Předběžné operace před aplikací nátěrových hmot.

Máme-li povrch materiálu řádně odmaštěn přejdeme k předběžným operacím před samotnou aplikací nátěrové hmoty.

Mezi tyto operace patří:

- Kontrola odmaštění rohů a zákoutí (stačí čistým bílým hadříkem)
- Zašpuntování vyvrtaných děr (je-li požadavek bez nátěru)
- Zašpuntování závitů
- Zašpuntování obrobených děr (tolerované díry, díry pro čepy, osy a hřídele)
- Zalepení či jiné zakrytí obrobených ploch
- Podetření hran a svárů speciálními nátěry proti korozi (je-li požadováno)

3.2.2 Aplikace nátěrových hmot na povrch materiálu

Máme-li důkladně odmaštěno, vše kde není nátěr zašpuntováno či jinak chráněno (zakryto) můžeme přejít k samotné aplikaci nátěrové hmoty. Pro životnost a jakost barvy je

velmi důležité zvolit správný způsob nanesení nátěru na povrch materiálu (výrobku). Volbou způsobu nanášení nátěru ovlivňujeme především jeho tloušťku, celistvost a vzhled. Při volbě nátěru je důležité vědět: kde bude výrobek (vlhké prostředí, suché prostředí, korozivní prostředí apod.), k čemu bude sloužit (zda je potřeba vyšší odolnost vůči korozi, zda se požaduje vyšší otěruvzdornost, zda přijde do styku s potravinami apod.).

a) Aplikace nátěrových hmot štětcem

Přestože jde o nejstarší způsob nanášení nátěru na povrch materiálu a dnes jsou mnohem rychlejší a pohodlnější způsoby, je aplikace nátěru štětcem i dnes jedním z nejvíce používaných způsobů nanášení barvy (nátěru) na povrch materiálu.



Obr. 16 Aplikace nátěrové hmoty štětcem [16]

Štětec pro profesionální nanášení štětcem by měl být vyroben z kvalitních netřepících se štětín, které by měly být pevně uchyceny k rukojeti štětce tak, aby při aplikaci nevypadávaly.

Nový štětec mající dlouhé štětiny podvazujeme, abychom docílili větší pevnosti. Chceme-li natírat vrchní, krycí nátěr a chceme-li docílit lepší hladkosti povrchu musíme štětec zbrousit do klínu. Štětiny by neměly být delší jak 50mm, jinak dochází k nadměrnému třepení čímž se aplikace nátěru podstatně zhorší a z nekvalitní.

Nátěr nanášíme řádně namočeným (až po obruč) a po té řádně otřeným štětcem třemi až čtyřmi tahy za mírného tlaku na povrch materiálu. Při prvním tahu je tah mírnější, v dalších tazích se tlak štětce na povrch materiálu postupně mírně zvětšuje. V následující fázi se nátěr roztírá kolmo na původně nanesené pruhy, přičemž zvětšujeme tlak štětce na

povrch materiálu a tahy provádíme blíže k sobě. Další vrstvu nátěru aplikujeme ještě důkladněji a blíže k sobě než předcházející vrstvu a to opět kolmo k přecházejícímu nátěru. Poslední, vrchní vrstvu nátěru aplikujeme jemnými tahy štětcem, opět kolmo k předchozímu nátěru (vrstvy). [1]

Mezi přednosti aplikace nátěrové hmoty štětcem patří dokonalé rozpracování nátěrové hmoty, její rozetření a dobré přilnutí k povrchu materiálu (a to i do pórů) a nesporně i fakt, že při aplikaci štětcem dochází jen k minimálním ztrátám nátěrové hmoty. Devízou tohoto způsobu nanášení je pracnost. [1]

b) Aplikace nátěrových hmot pneumatickým stříkáním

Pneumatické stříkání je dnes nejrozšířenější metodou aplikace nátěrových hmot na povrch materiálu. Používáme jej u celulózových a syntetických nátěrů. Zejména při stříkání velkých, rovných ploch dosahujeme touto metodou rovnoměrného a hladkého povrchu. K aplikaci nátěru nám zde slouží stříkácí pistole, v které proudí nátěrová hmota která je strhávána stlačeným vzduchem čímž se vytvoří kužel malinkých kapiček, které se po dopadu na povrch materiálu slévají v celek a tvoří tak souvislou plochu (povlak). Nevýhodou pneumatického stříkání je rozprašování stříkané nátěrové hmoty do okolí. Tímto způsobem přijde v zmar až 60% nátěru. Mezi další nevýhody patří, že pro pneumatické stříkání musí být nátěr dostatečně rozředěn, čímž se tato metoda značně prodražuje. [1]

Pro jednoduchost obsluhy lze stříkat prakticky kdekoliv. Chceme-li však stříkat ekonomicky a ekologicky musíme použít zařízení k tomu určená. Pro pneumatické stříkání jsou proto dělány speciální boxy, ve kterých se eliminuje rozstřík nátěrové hmoty a zároveň zneškodní či alespoň eliminuje unikání těkavých látek z nátěrové hmoty do prostoru. Boxy máme tunelové (rozměrově velké předměty), podlahové (větší předměty) a stolové (drobné předměty). [1]



Obr. 17 Stolový stříkací box [17]

c) Aplikace nátěrových hmot vysokotlakým stříkáním

Vysokotlaké stříkání (airless, airmix) má oproti pneumatickému (nízkotlakému) stříkání jednu obrovskou výhodu a to sice tu, že nátěrovou hmotu nemusíme zředit. Nátěrová hmota je totiž stlačena vysokotlakým pístovým čerpadlem na tlak činící až 45MPa (na trysce) a poté doslova vymrštěn rychlostí až $260 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ na povrch stříkaného materiálu. Mezi další výhody této metody patří efektivní způsob nanášení nátěrových hmot o různé viskozitě na různý povrch. Můžeme jím aplikovat i vodou ředitelné barvy. Trysky do stříkací pistole volíme dle členitosti povrchu daného výrobku. Trysky se mohou lišit množstvím průtoků a úhly pro stříkání. Z uvedeného vyplývá, že jde o velmi výkonný způsob nanášení nátěrových hmot s přiměřenými ztrátami při aplikaci. [1]

d) Aplikace nátěrových hmot metodou KTL

Kataforézní lakování ponorem (KTL) je metoda jenž při nanášení nátěru na povrch materiálu využívá jeho elektrochemických vlastností, tj. materiály s různým elektrickým nábojem se navzájem přitahují, čímž dochází k velmi dobré přilnavosti. Aplikovaný nátěr je rovnoměrný a vyznačuje se vysokou kvalitou. Metoda KTL zajišťuje dokonalou ochranu proti korozi a dlouhou životnost povrchu. Povlak je i odolný vůči kolísání teplot, vůči chemickým vlivům a má vyšší ošetrivost. Metoda KTL je používána např. v automobilovém průmyslu, ale lze jí použít téměř všude nezávisle na odstínu či povrchové struktuře. [12]

3.3 Sušení aplikovaných nátěrových hmot

Při zasychání nátěrové hmoty se v jednotlivých vrstvách nátěru odpařují snadno odpařitelné složky, především pak rozpouštědla. Doba zasychání mezi kladenými vrstvami je různá od 2 až do 24 hodin dle použité nátěrové hmoty. Například u syntetických nátěrů je doba schnutí 1 až 6 hodin. Při zasychání nátěru hraje důležitou roli jeho tloušťka. Na naneseném nátěru se totiž po aplikaci vytvoří tenká povrchová blána, která zadržuje rozpouštědla uvnitř nátěru a brání přístupu vzdušného kyslíku. Čím je tato tloušťka větší, tím déle proces trvá. Po tuto dobu musí být nátěr ponechán v klidu tzn., nesmí být nikterak mechanicky namáhán (přetírání, broušení, ochmatávání). Při zasychání, zejména pak u nadměrných tloušťek nátěru, se mohou projevit i jiné vady vzniklé špatným nanášením nátěrové hmoty např.: svrašťování, čeřinkování a stékání. U polyuretanových a epoxidových nátěrových hmot je průběh zasychání odlišný. Dochází zde k chemickým reakcím a to v celé tloušťce nátěru. [13]

Nátěrové hmoty můžeme nechat schnout buďto přirozenou cestou (pokojová teplota) nebo procesu zasychání pomoci a to buď sušením za vysokých teplot (70 až 90°C) nebo vypalováním (110 až 135°C). Při sušení za vysokých teplot se suší cca 25 až 35 minut. Sušička je vyrobena z izolačních panelů obvykle tlustých 80 až 110 mm. Materiál je zde vkládán buďto ručně na kozy nebo dopravován na panváglu po kolejkách nebo je uvnitř sušičky závěsná konstrukce na kterou se nastříkaný materiál zavěsí háčky. Doprava nastříkaného materiálu do sušičky může probíhat buďto mechanicky, poloautomaticky nebo automaticky. Nastříkaný výrobek se suší a vytvrzuje pomocí cirkulujícího ohřátého vzduchu. Aby bylo dosaženo stejnoměrné teploty, jsou rozváděcí kanály horkého vzduchu patřičně rozmístěny. Maximální teplota v sušičce by neměla přesáhnout 90°C. Toho docílíme regulací pomocí sond a termoregulátorů. Po vysušení putuje výrobek ven přes chladicí tunel. V chladicím tunelu na výrobek intenzivně fouká čistý vzduch. Výrobek je tímto připraven k případné expedici. [14]

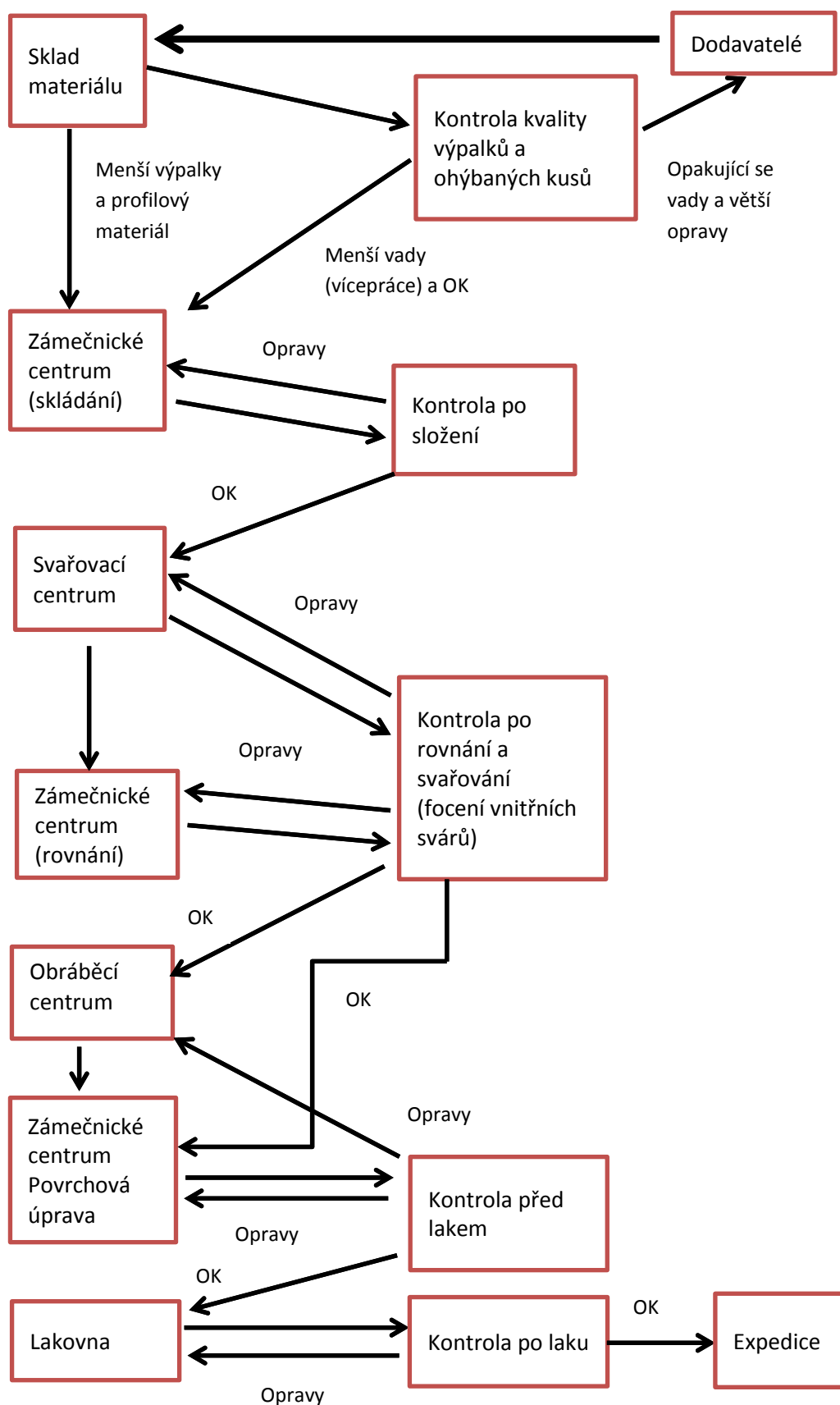
4. Předběžné úpravy a samotná aplikace nátěrových hmot ve firmě QTECH



Obr. 18 Výrobní hala firmy QTECH [18]

4.1 Historie firmy QTECH

Firma QTECH s.r.o. se sídlem v Uničově byla založena v roce 2000. Nejdříve působila jakožto zprostředkovatel práce pro menší zámečnické firmy. V roce 2007 byla postavena vlastní hala v Libině, kde se vyrábí různě složité svařence z nelegovaných nízkouhlíkových ocelí, včetně jejich strojního obrábění, nátěru a montáže pro zákazníky především z Německa, Francie a Nizozemí. V roce 2008 byly pořízeny první dvě horizontální vyvrtávačky WHN (Q) 13 - CNC a W 100 A - NC a rozjelo se tak obráběcí středisko. Rok 2010 znamenal rozšíření o další halu a pořízení další horizontální vyvrtávačky WRD 130 CNC. Rok na to byl pořízen soustruh SUA 170 Numeric a postaven mobilní odmašťovací box s kolejovou dráhou. Výrobní prostory dnes činí cca 3 100m². Firma zaměstnává přibližně 50 kvalifikovaných pracovníků. [15]



Obr. 19 Schéma výrobního procesu a kontroly ve firmě QTECH [19]

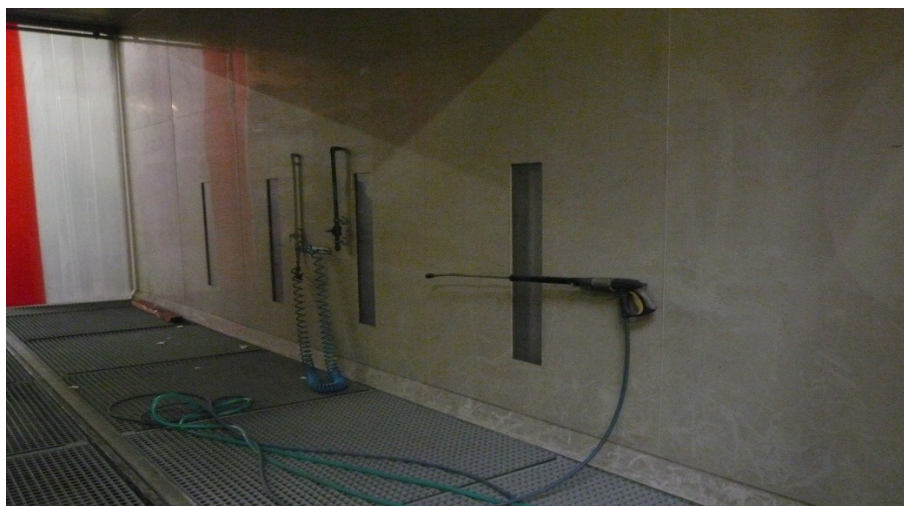
4.2 Předběžné úpravy povrchu ve firmě QTECH

Jelikož naše firma nedisponuje tryskacím zařízením, výpalky jsou k nám dováženy již otryskány. Výrobky do Francie a Nizozemí jsou tryskány metodami Sa2, výrobky pro zákazníka v Německu metodou Sa2 $\frac{1}{2}$. Od letošního roku (2013) se v rámci šetření zavedlo, že výpalky menších rozměrů určené pro zákazníky do Francie a Nizozemí se nebudou tryskat, pouze se broušením zbaví okují a rzi.

Takto upravený polotovár (tryskáním, broušením) putuje do výroby, kde se složí dle výrobních výkresů, poté zavaří a požaduje-li se to, obrobí na obráběcích strojích. Poté se svařenec zbaví rozstříku po svařování, upraví se napojení svarů, případně se opraví menší zápaly apod. Podbroušená místa se dle hloubky podbroušení buď rozbrousí do ztracena nebo zavaří, srazí se hrany (u zákazníka z Německa rádius R2) a svařenec (výrobek) putuje do odmašťovny. Výrobek, přestože byl tryskán před čtrnácti dny a do tryskaného materiálu bylo broušeno, se již podruhé netryská.



Obr. 20 Odmašťovací box firmy QTECH [20]



Obr. 21 Vnitřní prostory odmašťovacího boxu firmy QTECH [21]



Obr. 22 Technické zařízení k odmašťování v odmašťovacím boxu [22]



Obr. 23 Nádoby zachycující kal z procesu odmašťování v odmašťovacím boxu [23]

Firma QTECH disponuje odmašťovacím boxem (na obr. 20, 21, 22, 23), jelikož se však při odmašťování spotřebuje příliš vody a energie, odmašťuje se (ze 60%) na staré dílně technickým benzínem. Po odmaštění se zašpuntují vrtané a závitované díry a zalepí se nebo se jinak zakryjí obrobené plochy. U svařenců určených do Německa se hrany podetrou speciální zinkovou barvou proti korozi. Takto nachystaný výrobek putuje do lakovny.

Ve své bakalářské práci chci tyto neduhy naší firmy podrobit drobnohledu, a pokud se ukáže, že tím výsledný výrobek ubývá na kvalitě, najít ekonomicky schůdné řešení pro jejich odstranění.

4.3 Aplikace nátěrových hmot ve firmě QTECH

Firma QTECH používá vícero druhů nátěrových hmot, dle požadavků našich zákazníků. Nejčastěji však používáme nátěrové hmoty PPG a TEMACOAT. Jejich aplikace na povrch materiálu se provádí pneumatickým stříkáním nebo vysokotlakým stříkáním. Špatně přístupná místa a dutiny se dodělají ručně, a to buď štětcem, nebo u větších ploch válečkem. Případné opravy jako např. krabatění, potečení apod. se upraví vibrační bruskou či smirkovým papírem a znovu se nastříkají. Velké plochy pneumatickým nebo vysokotlakým stříkáním, menší plochy, zákoutí a špatně přístupná místa štětcem upraveným do špičky. Po zaschnutí nátěrové hmoty se změří její tloušťka ručním digitálním přístrojem Elcometer 456 dle ČSN EN ISO 2808 a u vybraných kusů z výrobků pro firmu Gottwald se provede mřížková zkouška přilnavosti dle ČSN EN ISO 16276-2.

4.3.1 Druhy nátěrových hmot užívaných firmou QTECH

PPG DELFLEET F393: Je středně plnicí základ s výbornou přilnavostí. Stačí tenoulinká (20÷40μm) vrstva. Ta dokonale přilne k povrchu (i s menší drsností) a vytvoří tak vhodné podmínky pro aplikaci vrchní (krycí) vrstvy. Vyžaduje-li to technologický postup, může být použit i v systému mokrá do mokrého. Před použitím je nutné jej nechat katalyzovat s reaktivním ředidlem F365. Ve firmě QTECH se používá u výrobků firmy VMI.

[16]



Obr. 24 Reaktivní ředidlo F365 [24]



Obr. 25 Výrobek pro firmu VMI po aplikaci základní nátěrové hmoty [25]

PPG SELEMIX DIRECT: Jedná se o dvousložkovou polyuretanovou nátěrovou hmotu nevyžadující základní nátěr. Má výbornou kryvost, přilnavost a velkou plnicí schopnost (do 300 μ m mokré vrstvy). Nanáší se buď přímo na „holý“ povrch nebo na povrch opatřený základním nátěrem. Jelikož se vyznačuje dobrou přilnavostí i na „holý“ kov, základní nátěr můžeme nanášet v tenkých vrstvách, což je z ekonomického hlediska značně výhodné

zvláště u větších výrobků. Aplikuje se pneumatickým stříkáním, vysokotlakým stříkáním nebo za použití štětce. Ve firmě QTECH se štětce užívá jen při opravách, např. je-li v rozích, v zákoutích nebo ve špatně přístupných místech málo mikronů. SELEMIX DIRECT se ředí v poměru 4:1 k tužidlu 9-070 a v poměru 4:1 (při aplikaci nízkotlakem) a 4:0,25 (při aplikaci vysokotlakem) ředidlem 1-480. Odpařování mezi vrstvami (při 20°C) je výrobcem stanoveno na dobu 15 minut u nízkotlakého (pneumatického stříkání) a na 10-15 minut u vysokotlakého stříkání. Doba schnutí je u obou metod stejná a to 16 hodin. [16]

TEMACOAT GPL-S Primer. Jde o dvousložkovou, polyamidem vytvrzovanou, základní epoxidovou barvu, obsahující zinkofosfát. Ve firmě QTECH ji používáme jakožto základní pro zakázky německé firmy Gottwald, která se zabývá výrobou jeřábů, vykladačů a plošin sloužících v přístavech po celém světě. Tato nátěrová hmota vyniká výbornou přilnavostí k ocelovým, hliníkovým i pozinkovaným povrchům a rychlým zasycháním (přetíráním). Jako ředidlo je doporučováno a firma QTECH užívá 1031. Směšovací poměr je u této barvy 4:1. Jde o poměr mezi barvou a tužidlem (008 5600 nebo 008 5605- rychle). Aplikujeme ji vysokotlakým stříkáním a pro případné nedostatky (potečená barva, málo mikronů v zákoutí) používáme štětec tvarovaný do špice. [17]

Tab. 4 Doporučené doby zasychání GPL-S PRIMER [4]

Doby zasychání dle výrobce nátěrové hmoty	Při 70µm		0°C	+5°C	+10°C	+23°C	+35°C
	Proti prachu	S tužidlem 008 5600	4h	2h	1h	30min	15min
		S tužidlem 008 5605	3h	1h 30min	45min	30min	12min
	Na dotek	S tužidlem 008 5600	22h	11h	5h	2h 30min	2h
		S tužidlem 008 5605	12h	6h	3h	2h	1h 30min

Doba zasychání a intervaly mezi vrstvami závisí na mnoha faktorech. Především pak na tloušťce filmu, relativní vlhkosti okolního vzduchu, teplotě v místě aplikace nátěru a větratelnosti daného prostoru (boxu, místnosti). [17]

4.4 Expedice hotových a nastříkaných výrobků firmy QTECH

Po aplikaci nátěrové hmoty se nechá barva řádně vytvrdnout. Poté se provedou zkoušky její přilnavosti a tloušťky, opracovaná místa se nakonzervují a výrobek je uvolněn k expedici. Menší kusy se před naložením na kamión položí na paletu opatřenou kartonovým papírem a za pomoci „stahovaček“ se k ní přitáhnou tak, aby se zabránilo jejich samovolnému pohybu za jízdy. Výrobky větších rozměrů se dávají rovnou na kamión. Podloží se trámkami omotanými miralonem a přikurtují se. Palety s malými výrobky se přikurtují rovněž. Aby se lak během jízdy o stahovačky a kurtky neodřel, dává se mezi ně a výrobek 3x přehnutý miralon (obr. 26 a 27). Při nakládce mají zaměstnanci na chodidlech návleky, aby nepošpinili hotový výrobek. Před odjezdem se kamión s výrobky vyfotografuje. Zejména pak jejich zabezpečení proti samovolnému pohybu za jízdy. To vše kvůli případné reklamaci.



Obr. 26 Zabezpečení výrobku proti otěru a samovolnému pohybu při expedici [26]



Obr. 27 Zabezpečení výrobku proti otěru a samovolnému pohybu při expedici [27]

5. Návrh metodiky experimentálních prací

Cílem této bakalářské práce je zkoumat přilnavost nátěrové hmoty k různě předúpraveným povrchům. Pro experimenty byly použity plechy o rozměrech 100x150x6mm, jenž byly otryskány na kvalitativní stupeň Sa2, kvalitativní stupeň Sa2_{1/2} a dále plechy pouze zbaveny okují a rzi obroušením do hladka.

Použité metody:

- Měření drsnosti povrchu materiálu dle ČSN EN ISO 4287
- Měření tloušťky aplikované nátěrové hmoty dle ČSN EN ISO 2808
- Mřížková zkouška přilnavosti nátěrové hmoty dle ČSN EN ISO 16276-2
- Zkouška přilnavosti nátěrové hmoty křížovým řezem dle ČSN EN ISO 16276-2
- Odrhová zkouška dle ČSN EN ISO 16276-1

6. Experimentální práce

6.1 Měření drsnosti povrchu materiálu ČSN EN ISO 4287

Drsnost byla měřena pomocí drsnoměru Mitutoyo Surftest SJ 301 (obr. 28), jenž snímá povrch materiálu pomocí diamantového snímacího hrotu umístěného na výsuvném válci. Určili jsme tak strukturu daného povrchu (drsnost, vlnitost a základní profil). Měření drsnosti zavádím do své bakalářské práce proto, aby byl posouzen vliv drsnosti podkladového materiálu (tedy důležitost správné drsnosti) na přilnavost nátěrové hmoty k tomuto materiálu. Měření bylo provedeno jak na plechách tryskaných (stupně čistoty Sa2 a Sa2_{1/2}) tak na plechách pouze zbavených okují a rzi obroušením.

Parametry drsnosti povrchu:

Ra (μm)	Průměrná aritmetická úchylka profilu
Rz (μm)	Největší výška profilu
Rq (μm)	Střední kvadratická úchylka profilu
Rp (μm)	Největší výška výstupků profilu
Rv (μm)	Největší hloubka prohlubní profilu
Rsk (-)	Šikmost posuzovaného profilu (součinitel asymetrie)
Rku (-)	Špičatost posuzovaného profilu
Rlo (mm)	Délka rozvinutého profilu



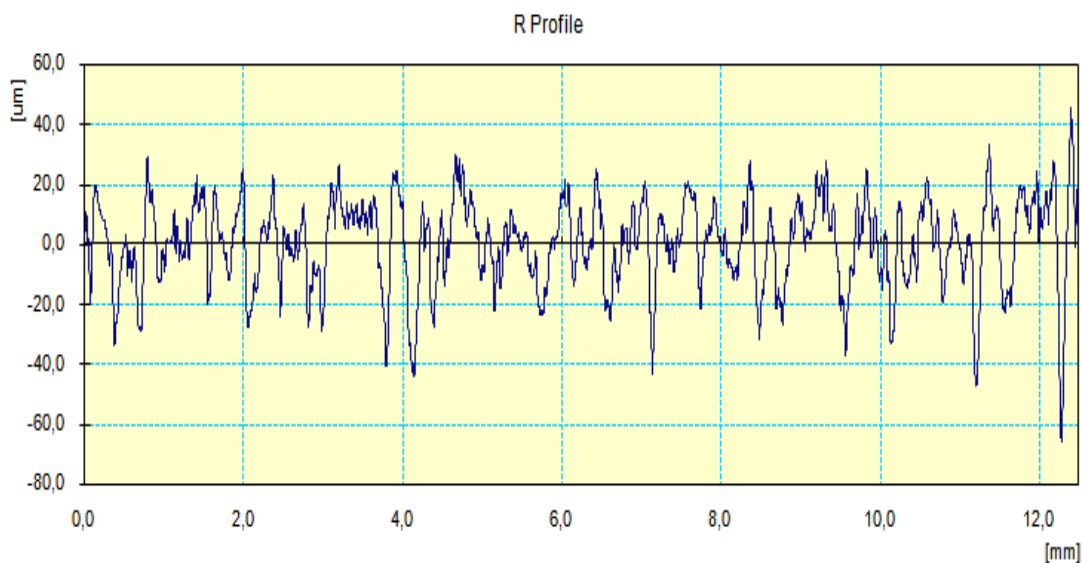
Obr. 28 Drsnoměr Mitutoyo Surftest SJ 301 [28]

Tab. 5 Výsledky měření drsnosti podkladového materiálu otryskaného na stupeň čistoty

Sa2 [5]

	Parametry drsnosti							
Počet Měření	Ra (μm)	Rz (μm)	Rq (μm)	Rp (μm)	Rv (μm)	Rsk (-)	Rku (-)	Rlo (mm)
1	9,66	64,99	12,22	30,01	34,99	-0,20	2,97	2,740
2	9,97	67,30	12,55	33,36	33,95	-0,02	3,08	2,764
3	12,73	84,83	16,16	34,40	50,42	-0,38	3,72	2,766
4	9,87	62,49	12,42	28,20	34,28	-0,39	2,98	2,764
5	10,54	70,95	13,76	31,02	39,93	-0,42	3,65	2,766
6	11,95	83,56	15,57	39,08	44,48	-0,11	3,34	2,784
7	12,77	79,90	16,09	39,26	40,64	0,02	2,92	2,796
8	12,87	78,00	15,96	37,45	40,55	-0,06	2,69	2,763
9	11,46	67,26	13,39	31,35	44,90	-0,53	3,12	2,772
10	9,81	65,42	12,27	30,70	34,72	-0,37	3,53	2,751
Průměr	11,16	72,47	14,04	33,48	39,89	-0,25	3,20	2,767

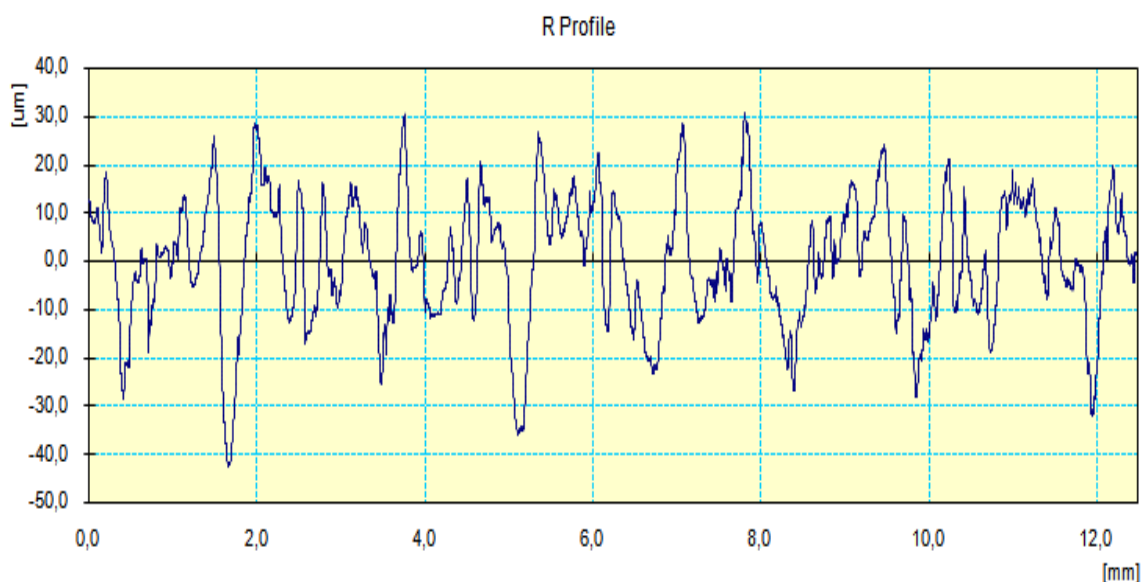
Na každém ze zkušebních plechů bylo provedeno 10 měření drsnosti. Vždy deváté měření bylo zaznamenáno i graficky (viz. obr. 29, 30 a 31).



Obr. 29 Grafický záznam profilu drsnosti z přístroje Mitutoyo Surftest SJ-301 na podkladovém materiálu otryskaném na stupeň čistoty Sa2 [29]

Tab. 6 Výsledky měření drsnosti podkladového materiálu otryskaného na stupeň čistoty Sa2_{1/2} [6]

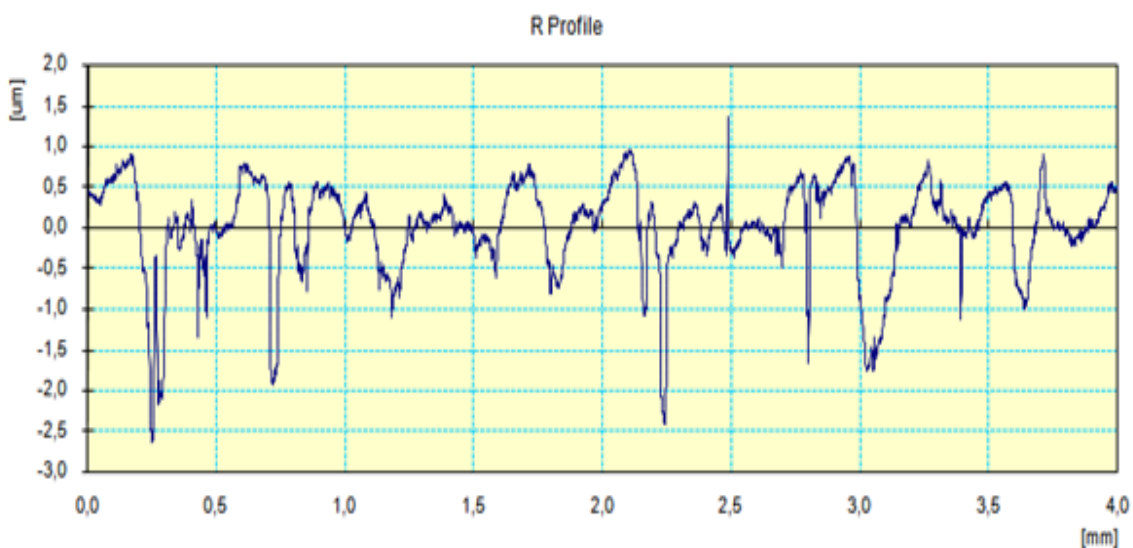
	Parametry drsnosti							
Počet měření	Ra (μm)	Rz (μm)	Rq (μm)	Rp (μm)	Rv (μm)	Rsk (-)	Rku (-)	Rlo (mm)
1	9,81	59,62	12,20	23,86	35,77	-0,48	3,03	2,603
2	9,47	57,58	12,26	25,91	31,66	-0,27	3,28	2,597
3	10,26	61,43	12,69	27,84	33,59	-0,36	2,85	2,602
4	10,67	53,86	12,72	26,09	27,77	-0,09	2,33	2,586
5	10,03	53,06	12,18	23,75	29,31	-0,31	2,45	2,600
6	11,48	62,99	14,22	26,44	36,55	-0,45	2,88	2,588
7	11,61	60,53	13,99	29,59	30,93	-0,10	2,27	2,599
8	10,19	57,36	12,57	26,40	30,96	-0,34	2,70	2,589
9	10,42	60,71	12,94	27,72	32,98	-0,27	2,84	2,600
10	10,57	56,81	12,84	26,96	29,85	-0,26	2,46	2,590
Průměr	10,45	58,40	12,86	26,46	31,94	-0,29	2,71	2,595



Obr. 30 Grafický záznam profilu drsnosti z přístroje Mitutoyo Surftest SJ-301 na podkladovém materiálu otryskaném na stupeň čistoty Sa2_{1/2} [30]

Tab. 7 Výsledky měření drsnosti podkladového materiálu zbaveného okují a rzi pouze obroušením [7]

	Parametry drsnosti							
Počet měření	Ra (μm)	Rz (μm)	Rq (μm)	Rp (μm)	Rv (μm)	Rsk (-)	Rku (-)	Rlo (mm)
1	0,4	2,5	0,5	0,7	1,8	-0,9	4,2	0,802
2	0,7	4,0	0,9	1,3	2,8	-0,9	3,5	0,802
3	0,3	1,5	0,3	0,8	0,7	0,2	3,2	0,801
4	0,3	3,4	0,5	0,7	2,6	-2,0	9,9	0,802
5	1,0	8,0	1,6	1,4	6,5	-2,3	10,5	0,806
6	0,6	3,7	0,7	1,1	2,6	-0,9	4,1	0,804
7	0,4	2,8	0,6	0,9	1,8	-1,0	4,2	0,802
8	1,2	8,8	1,7	1,8	7,0	-2,1	8,4	0,810
9	0,4	2,9	0,5	1,0	2,0	-0,8	4,2	0,802
10	1,1	7,2	1,5	1,9	5,3	-1,0	4,4	0,808
Průměr	0,6	4,5	0,9	1,1	3,3	-1,2	5,6	0,804



Obr. 31 Grafický záznam profilu drsnosti z přístroje Mitutoyo Surftest SJ-301 na podkladovém materiálu pouze zbaveného okují a rzi obroušením [31]

6.2 Měření tloušťky aplikované nátěrové hmoty ČSN EN ISO 2808

Pro měření tloušťky aplikovaného nátěru (již řádně zaschlého) byl použit ruční digitální přístroj Elcometer 456. Tloušťka se tímto přístrojem měří pomocí sondy přiložené k povrchu nastříkaného materiálu. Sonda snímá povrch pomocí odrážejících se elektromagnetických vln. Takto získaná data přeposílá do přístroje, který elektromagnetické vlny převede do číselné hodnoty a tu zobrazí na displeji. Měří se v mikrometrech. Pro tyto zkoušky bylo použito nátěrové hmoty PPG. Tato základní nátěrová hmota má dle požadavků zákazníka mít minimálně 80 μ m. [18]

Na plechy byla aplikována nátěrová hmota dvěma různými metodami. Z jedné strany pneumatickým stříkáním a z druhé strany štětcem. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulkách 8, 9 a 10.



Obr. 32 Ruční digitální přístroj Elcometer 456 [32]

Tab. 8 Výsledky měření tloušťky aplikované nátěrové hmoty u vzorků tryskaných na stupeň čistoty Sa2 [8]

Počet měření	Pneumatické stříkání	Pneumatické stříkání	Pneumatické stříkání	Štětec	Štětec	Štětec
	Plech č. 1	Plech č. 2	Plech č. 3	Plech č. 1	Plech č. 2	Plech č. 3
1	94,0	93,6	94,6	105,0	106,8	110,2
2	98,0	89,9	105,6	106,2	113,3	114,0
3	95,0	95,3	103,0	112,0	105,5	105,0
4	99,3	89,7	98,3	109,0	102,0	116,5
5	99,4	92,7	95,5	103,2	107,8	120,1
6	103,0	91,1	104,9	100,9	115,8	103,7
7	109,0	94,1	95,1	99,1	115,8	103,1
8	105,0	92,8	111,2	112,0	116,0	104,6
9	110,2	90,5	99,5	107,9	103,0	102,3
10	103,0	98,0	98,4	119,2	100,1	116,9
Průměr	101,6	93,1	100,6	107,5	108,6	109,6

Tab. 9 Výsledky měření tloušťky aplikované nátěrové hmoty u vzorků tryskaných na stupeň čistoty Sa2_{1/2} [9]

Počet měření	Pneumatické stříkání	Pneumatické stříkání	Pneumatické stříkání	Štětec	Štětec	Štětec
	Plech č. 1	Plech č. 2	Plech č. 3	Plech č. 1	Plech č. 2	Plech č. 3
1	93,5	96,4	98,7	103,3	119,6	111,1
2	102,0	100,5	93,6	103,5	113,6	114,4
3	96,5	103,0	94,5	106,4	112,3	111,5
4	92,3	112,0	98,7	100,3	114,0	116,9
5	96,3	102,0	95,1	118,3	100,9	108,2
6	102,2	104,0	93,8	112,8	101,3	101,3
7	93,7	117,1	92,2	111,8	102,6	106,5
8	96,8	98,3	106,3	109,7	104,6	106,0
9	89,8	95,2	109,3	119,6	117,0	106,8
10	96,0	116,1	99,6	116,2	116,5	116,7
Průměr	95,9	104,5	98,2	110,2	110,2	109,9

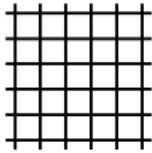
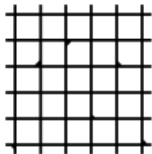
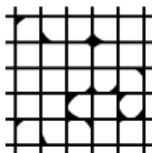
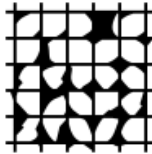
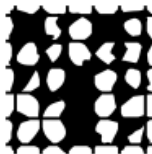
Tab. 10 Výsledky měření tloušťky aplikované nátěrové hmoty u vzorků pouze zbavených okují a rzi obroušením B [10]

Počet měření	Pneumatické stříkání Plech č. 1	Pneumatické stříkání Plech č. 2	Pneumatické stříkání Plech č. 3	Štětec Plech č. 1	Štětec Plech č. 2	Štětec Plech č. 3
1	90,8	89,9	100,3	120,3	116,0	114,0
2	92,7	92,6	99,3	119,6	113,3	101,2
3	94,3	95,9	98,2	117,0	114,0	106,5
4	91,7	108,0	97,0	114,6	123,1	122,3
5	105,0	110,0	97,8	120,6	121,0	114,0
6	113,3	104,0	94,8	122,0	114,0	124,7
7	114,3	103,0	91,7	114,0	115,9	122,9
8	118,2	97,6	110,3	118,0	117,0	107,6
9	116,0	99,0	103,7	110,1	105,9	111,8
10	115,2	107,0	107,6	109,5	119,8	110,4
Průměr	105,2	100,7	100,1	116,6	116,0	113,5





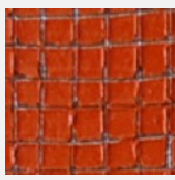
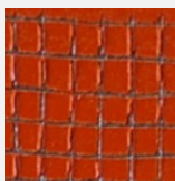
6.3 Mřížková zkouška přilnavosti nátěrové hmoty ČSN EN ISO 16276-2

Podstatou zkoušky přilnavosti mřížkovou metodou je vytvoření mřížky (s čtvercovými nebo kosočtvercovými políčky) pomocí vodící šablony a nože. Řezy jsou pravoúhlé a musí projít až na kov. Pro nátěrové hmoty o tloušťce $61 \div 120 \mu\text{m}$ jsou od sebe řezy vzdáleny 2mm, pro nátěrové hmoty o tloušťce $121 \div 250 \mu\text{m}$ jsou řezy od sebe vzdáleny 3mm. Po vytvoření mřížky se místo očistí kartáčem (dostatečně tvrdým) a poté se na mřížku přiloží adhezivní páska, která je následně odtrhnuta. Kvalita přilnutí aplikovaného nátěru se hodnotí dle velikosti poškození mřížky po odtržení adhezivní pásky, tj. kolik políček v mřížce bylo poškozeno a do jaké míry. [4]



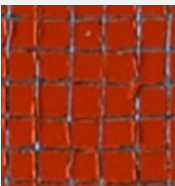



Tab. 11 Hodnocení mřížkové zkoušky [11]

Hodnocení	Popis	Stav mřížky po odtržení adhezivní pásky
0	Řezy zcela hladké, žádný čtverec není poškozen	
1	Nepatrné poškození v místech, kde se řezy kříží. Poškozená plocha nesmí přesahovat 5%	
2	Nátěr nepatrně poškozen podél řezů a při jejich křížení. Povrch mřížky smí být poškozen z více než 5% a méně než 15% celkové plochy	
3	Nátěr je částečně poškozen v rozích řezů, podél řezných hran částečně, nebo celý, na různých místech mřížky. Poškození mřížky je větší než 15% menší než 35%	
4	Na nátěru jsou velké změny v rozích řezů a některé čtverečky jsou částečně nebo zcela poškozeny. Plocha mřížky je poškozena z více jak 35% ale méně než 65%	
5	Změny, které jsou větší než u stupně 4	—


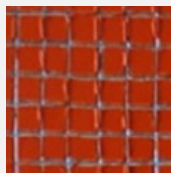
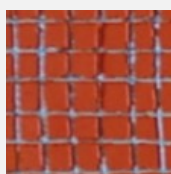
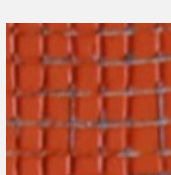
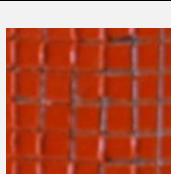

Tab. 12 Výsledky mřížkové zkoušky u vzorků tryskaných na stupeň čistoty Sa2 [12]

Druh aplikace	Plech	Hodnocení	Fotodokumentace
Pneumatickým stříkáním	1	1	
Pneumatickým stříkáním	2	1	
Pneumatickým stříkáním	3	1	
Štětcem	1	1	
Štětcem	2	2	
Štětcem	3	1	

Tab. 13 Výsledky mřížkové zkoušky u vzorků tryskaných na stupeň čistoty Sa2_{1/2} [13]

Druh aplikace	Plech	Hodnocení	Fotodokumentace
Pneumatickým stříkáním	1	2	
Pneumatickým stříkáním	2	1	
Pneumatickým stříkáním	3	2	
Štětcem	1	1	
Štětcem	2	1	
Štětcem	3	2	

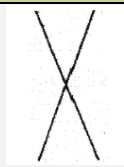
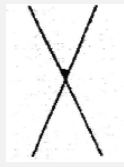
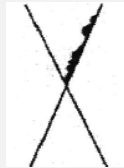
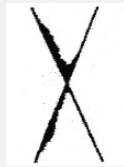
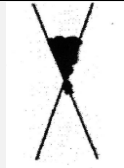

Tab. 14 Výsledky mřížkové zkoušky u vzorků pouze zbavených okují a rzi obroušením
[14]

Druh aplikace	Plech	Hodnocení	Fotodokumentace
Pneumatickým stříkáním	1	1	
Pneumatickým stříkáním	2	1	
Pneumatickým stříkáním	3	2	
Štětcem	1	1	
Štětcem	2	2	
Štětcem	3	1	


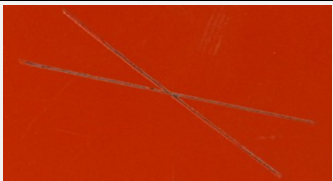
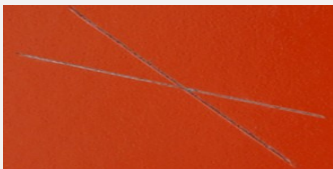
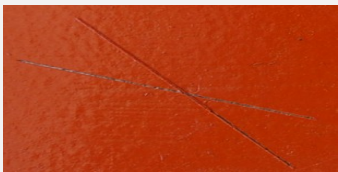
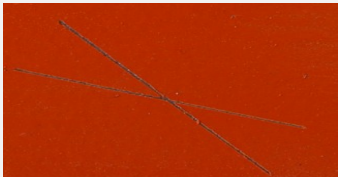

6.4 Zkouška přilnavosti nátěrové hmoty křížovým řezem ČSN EN ISO 16276-2

Zkoušení přilnavosti křížovým řezem je podobné mřížkové zkoušce. Na zaschnuté nátěrové hmotě se provedou dva řezy o délce 40mm ve tvaru X. Řezy mezi sebou svírají úhel $30^{\circ} \div 45^{\circ}$. Poté se na provedený řez nalepí adhezní lepící páska o délce 75mm a ponechá se na něm po dobu 5 minut. Po uplynutí daného časového intervalu se adhezní lepící páska odstraní a dle ulpění nátěrové hmoty na ní se zhodnotí přilnavost nátěrové hmoty k povrchu. [4]



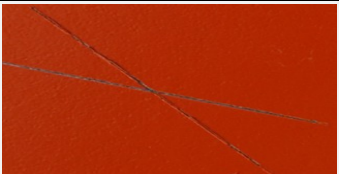



Tab. 15 Hodnocení křížového řezu [15]

Hodnocení	Popis	Stav kříže
Stupeň 0	Není patrné žádné poškození kříže	
Stupeň 1	Nepatrné odloupení podél řezů nebo v jejich průsečíku	
Stupeň 2	Roztřepené odloupení podél řezu, v ploše max. do vzdálenosti 1,5mm na každé straně	
Stupeň 3	Roztřepené odloupení podél téměř celého řezu, v ploše max. do vzdálenosti 3mm na každé straně	
Stupeň 4	Odloupení nátěrové hmoty z většiny plochy mezi řezy	
Stupeň 5	Odloupení nátěrové hmoty i mimo plochu křížového řezu	


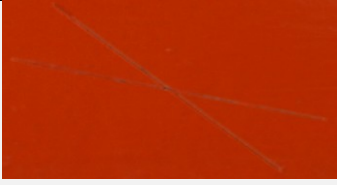

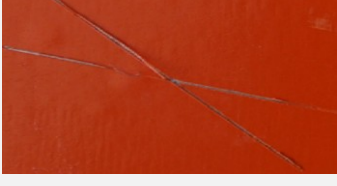


Tab. 16 Výsledky zkoušky přilnavosti křížovým řezem u vzorků tryskaných na stupeň čistoty Sa2 [16]

Druh aplikace	Plech	Hodnocení	Fotodokumentace
Pneumatickým stříkáním	1	0	
Pneumatickým stříkáním	2	1	
Pneumatickým stříkáním	3	0	
Štětcem	1	0	
Štětcem	2	1	
Štětcem	3	0	

Tab. 17 Výsledky zkoušky přilnavosti křížovým řezem u vzorků tryskaných na stupeň čistoty Sa2_{1/2} [17]

Druh aplikace	Plech	Hodnocení	Fotodokumentace
Pneumatickým stříkáním	1	1	
Pneumatickým stříkáním	2	1	
Pneumatickým stříkáním	3	0	
Štětcem	1	0	
Štětcem	2	0	
Štětcem	3	0	

Tab. 18 Výsledky zkoušky přilnavosti křížovým řezem u vzorků pouze zbavených okují a rzi obroušením [18]

Druh aplikace	Plech	Hodnocení	Fotodokumentace
Pneumatickým stříkáním	1	1	
Pneumatickým stříkáním	2	0	
Pneumatickým stříkáním	3	0	
Štětcem	1	1	
Štětcem	2	0	
Štětcem	3	0	

6.5 Odtrhová zkouška přilnavosti ČSN EN ISO 16276-1

Přilnavost nátěrové hmoty se zde zkouší za pomoci zkušebního tělíska (panenky), která se přilepí dvousložkovým lepidlem na předem zdrsňený povrch (smirkovým papírem) a nechá se zaschnout po dobu 24 hodin. Po uplynutí tohoto času se průřizne nátěrová hmota po obvodu zkušebního tělíska a za pomoci přenosného tahového zařízení (Odtrhoměr Elcometer F106/4) se zkušební tělísko odtrhne. Po odtržení zkušebního tělíska se odečtou hodnoty odtrhové pevnosti. Lomové plochy vzniklé na zkušebním tělísku vyhodnotíme. Výsledkem měření je minimální napětí v tahu potřebné k odtržení nátěrové hmoty ve směru kolmém k povrchu daného materiálu. [5]


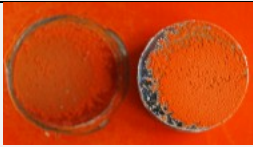
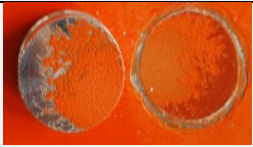


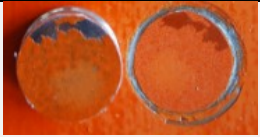
Tab. 19 Hodnocení lomů [19]

Označení	Hodnocení
A	Kohézní poškození podkladu
A/B	Adhezní poškození mezi podkladem a první vrstvou (základem)
B	Kohezní poškození první vrstvy
B/C	Adhezní poškození mezi první a druhou vrstvou
C	Kohezní poškození druhé vrstvy
C/m	Adhezní poškození mezi druhou a m-tou vrstvou u vícevrstvého nátěru
m	Kohezní poškození m-té vrstvy vícevrstvého nátěru
m/n	Adhezní poškození mezi m-tou a n-tou vrstvou vícevrstvého nátěru
n/-	Adhezní poškození mezi n-tou a vrchní vrstvou vícevrstvého nátěru
-	Kohezní poškození vrchní vrstvy
-/Y	Adhezní poškození mezi vrchní vrstvou a lepidlem
Y	Kohezní poškození lepidla
Y/Z	Adhezní poškození mezi lepidlem a zkušebním tělískem







Pro pokusy byla na plechy aplikována dvousložková polyuretanová nátěrová hmota PPG SELEMIX DIRECT. Byla aplikována přímo na povrch materiálu, tedy bez základního nátěru. Z tohoto důvodu jsou ve výsledných tabulkách uvedeny pouze hodnocení pro vrchní vrstvu, lepidlo a zkušební tělísko.

Tab. 20 Výsledky odtrhové zkoušky přilnavosti u vzorků otryskaných na stupeň čistoty






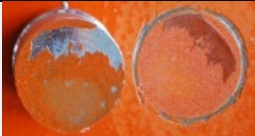
Sa2 [20]

Druh aplikace	Plech	Hodnocení polohy lomu (%)			Fotodokumentace	Odtrhová pevnost [MPa]	Průměr [MPa]
		-	-/Y	Y/Z			
Pneumatické stříkání	1	60	-	40		13	14
	2	85	3	12		15	
	3	66	4	30		14	
Štětce	1	75	5	20		10	11,3
	2	90	5	5		11	
	3	85	5	10		13	

Tab. 21 Výsledky odtrhové zkoušky přilnavosti u vzorků otryskaných na stupeň čistoty
Sa2_{1/2} [21]

Druh aplikace	Plech	Hodnocení polohy lomu (%)			Fotodokumentace	Odtrhová pevnost [MPa]	Průměr [MPa]
		-	-Y	Y/Z			
Pneumatické stříkání	1	62	8	30		10	11,3
	2	65	10	25		11	
	3	40	5	55		13	
Štětec	1	96	1	3		10	10
	2	88	2	10		10	
	3	85	5	10		10	

Tab. 22 Výsledky odtrhové zkoušky přilnavosti u vzorků pouze zbavených okují a rzi ob-
roušením B [22]

Druh aplikace	Plech	Hodnocení polohy lomu (%)			Fotodokumentace	Odtrhová pevnost [MPa]	Průměr [MPa]
		-	-/Y	Y/Z			
Pneumatické stříkání	1	50	30	20		16	15,7
	2	65	13	22		16	
	3	62	8	30		15	
Štětce	1	80	5	15		13	12,7
	2	99		1		14	
	3	70	4	26		11	

7. Závěr

Ve své bakalářské práci jsem se zabýval zkoumáním důležitosti dodržování správné předúpravy povrchu materiálu před aplikací nátěrových hmot a zkoumáním přilnavosti daných nátěrových hmot na povrch materiálu. A to dvěma způsoby aplikace nátěrových hmot. Šlo o dvě nejčastěji používané metody aplikace - pneumatické stříkání a nanášení štětcem. Tedy dva naprosto odlišné způsoby. Moderní, rychlý, pohodlný versus nejstarší, pomalý, pracný.

Jako první jsem zkoumal drsnost povrchu, na který bude aplikována nátěrová hmota. A to dle ČSN EN ISO 4287. Pro pokusy jsem vybral tři různé povrchy – plechy tryskány na stupeň čistoty Sa2, plechy tryskány na stupeň čistoty Sa2_{1/2} a plechy pouze zbavené okují a rzi obroušením. Mezi tryskanými plechy byl jen nepatrný rozdíl v drsnosti (u Sa2 průměrné hodnoty: Ra 11,16μm a Rz 72,47μm; u Sa2_{1/2} průměrné hodnoty: Ra 10,45μm a Rz 58,40μm), u obroušeného plechu byl v povrchové drsnosti (nerovnosti) markantní rozdíl (průměrné hodnoty: Ra 0,6μm a Rz 4,5μm).

Po změření drsnosti jsem na dané plechy aplikoval dvousložkovou polyuretanovou nátěrovou hmotu PPG SELEMIX DIRECT a po jejím řádném zaschnutí jsem na plechách změřil dle ČSN EN ISO 2808 tloušťku aplikovaného nátěru. U plechů tryskaných na stupeň čistoty Sa2 byla průměrná tloušťka aplikované nátěrové hmoty u pneumatického stříkání 98,4μm a u nanášení štětcem 108,6μm. U plechů tryskaných na stupeň čistoty Sa2_{1/2} byla průměrná tloušťka aplikované nátěrové hmoty u pneumatického stříkání 99,5μm a u nanášení štětcem 110,1μm. Stejně tak tomu bylo u plechů pouze zbavených okují a rzi obroušením. Průměrná tloušťka u pneumatického stříkání zde byla 102μm a u nanášení štětcem opět o cca 10μm vyšší, a to 115,4μm.

Po změření tloušťky zaschlé nátěrové hmoty jsem plechy rozdělil do tří skupin - mřížková zkouška, křížový řez a odtrhová zkouška. V každé skupině byly tři zástupci z povrchových předúprav Sa2, Sa2_{1/2} a B. U zkoušek přilnavosti nátěrové hmoty k povrchu materiálu byl předpoklad, že tryskaný povrch (ať už Sa2 nebo Sa2_{1/2}) dopadne lépe než povrch pouze zbavený okují a rzi obroušením. Bereme-li, že počáteční podmínky byly pro všechny zmíněné metody stejné, pak by tomu tak mělo opravdu být, protože tryskaný po -

vrch má lepší podmínky pro ukotvení aplikované nátěrové hmoty než povrch obroušený dohladka. Výsledky však mluví trochu jinak.

První zkouškou přilnavosti nátěrové hmoty k povrchu materiálu byla mřížková zkouška dle ČSN EN ISO 16276-2. U plechů tryskaných na stupeň čistoty Sa2 dopadla mřížková zkouška lépe pro pneumatické stříkání. Průměrné hodnocení ze tří mřížek bylo 1. U aplikace štětcem bylo průměrné hodnocení 1,3. U plechů tryskaných na stupeň čistoty Sa2_{1/2} se role obrátily. Lépe dopadly plechy natřené štětcem. Průměrné hodnocení ze tří mřížek bylo 1,3. U pneumatického stříkání bylo průměrné hodnocení 1,7. U plechů obroušených dohladka byla shoda. Obě metody (štětec, pneumatické stříkání) měly průměrné hodnocení ze tří mřížek 1,3. Z uvedeného vyplývá, že obroušený povrch si vedl stejně dobře jako povrchy tryskané. Budeme-li důslední, můžeme dokonce říci, že si vedl lépe než povrch tryskaný na stupeň čistoty Sa2_{1/2}, který byl nastříkán pneumatickým stříkáním. Zde byl totiž průměr 1,7.

Druhou zkouškou přilnavosti nátěrové hmoty k povrchu materiálu byl křížový řez dle ČSN EN ISO 16276-2. Ani zde si broušený povrch nevedl nikterak špatně. Společně s plechy tryskanými na stupeň čistoty Sa2 měl průměrné hodnocení ze tří křížových řezů vždy 0,3. A to jak u aplikace štětcem, tak u aplikace pneumatickým stříkáním. Plechy tryskané na stupeň čistoty Sa2_{1/2} dopadly u aplikace štětcem v průměrném hodnocení nejlépe. Měly průměr ze tří křížových řezů 0. Hůře si už vedly plechy tryskané Sa2_{1/2} aplikované pneumatickým stříkáním. Zde byl průměr ze tří křížových řezů 0,7, což bylo opět nejhorší dosažené hodnocení.

Posledními zkouškami byly odtrhy dle ČSN EN ISO 16276-1. U plechů tryskaných na stupeň čistoty Sa2 byla u pneumatického stříkání průměrná odtrhová pevnost 14MPa a po odtrhu zbylo průměrně 70,3% nátěrové hmoty. U plechů natřených štětcem byla průměrná odtrhová pevnost 11,3MPa a zbylo průměrně 83,3% nátěrové hmoty. U plechů tryskaných na stupeň čistoty Sa2_{1/2} byla u pneumatického stříkání průměrná odtrhová pevnost 11,3MPa a po odtrhu zbylo průměrně 55,7% nátěrové hmoty. U plechů natřených štětcem byla průměrná odtrhová pevnost 10MPa a zbylo průměrně 89,7% nátěrové hmoty. Plechy pneumaticky stříkané, pouze zbavené okují a rzi obroušením dohladka, měly průměrnou odtrhovou pevnost 15,7MPa a po odtrhu na nich zbylo průměrně 59% nátěrové hmoty. Plechy natřené štětcem měly průměrnou odtrhovou pevnost 12,7MPa a po odtrhu

zde zbylo 83% nátěrové hmoty. I zde nejhůře dopadly plechy tryskané na stupeň čistoty Sa2_{1/2}, které byly pneumaticky stříkány.

Ve své bakalářské práci jsem se zabýval tím, jak moc je důležité, aby byl výrobek před aplikací nátěrové hmoty řádně otryskán. Výsledky mých pokusů však prokázaly, že je-li broušený povrch řádně odmaštěn, má stejně dobrou přilnavost jako povrch tryskaný. Dále jsem zkoumal rozdílné vlastnosti mezi nátěry aplikovanými pneumatickým stříkáním a nátěry aplikovanými štětcem. Zde z celkového hodnocení přilnavosti vyšly lépe aplikace štětcem. Z ekonomického hlediska jde o velmi pomalou a pracnou metodu, ale při opravách špatně přístupných míst a zákoutí ji, s ohledem na výsledky zkoušek přilnavosti, mohu jedině doporučit.

8. Seznam použitých pramenů:

8.1 Informace

[1] MOHYLA, Miroslav; Technologie povrchových úprav kovů. 3.vyd.Ostrava; Vysoká škola báňská – TUO, 2006. 156 s. ISBN 80-248-1217-7

[2] PODJUKLOVÁ, Jitka; Speciální technologie povrchových úprav; 1.vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská – TUO, 1994. 76s ISBN 80-7078-235-8.

[3] KUBATOVÁ Hana a kolektiv. Nátěry kovů. 1.vydání. Praha: Grada publishing, 2000. 104 s ISBN 80-247-9035-1

[4] ČSN EN ISO 16276-2: Ochrana ocelových konstrukcí proti korozi ochrannými nátěrovými systémy – Hodnocení a kritéria přijetí, adheze/koheze (odtrhová pevnost) povlaku – Část 2: Mřížková zkouška a Křížový řez. Praha: Český normalizační institut, 2008.

[5] ČSN EN ISO 16276-1: Ochrana ocelových konstrukcí proti korozi ochrannými nátěrovými systémy – Hodnocení a kritéria přijetí, adheze/koheze (odtrhová pevnost) povlaku – Část 1: Odtrhová zkouška. Praha: Český normalizační institut, 2008.

[6] Abrasive [Online]; [Citace: 4.února 2013]

http://www.abrasive.cz/index.php?hash=c281a947f164b269ee51122760e80ad0&sent=4&ID_zaznamy=0&show=5

[7] Povrchové úpravy CHL [Online]; [Citace: 20.února 2013]

https://osha.europa.eu/fop/czech-republic/cs/publications/files/Povrchove_upravy_CHL.pdf

[8] KUBÍČEK Jaroslav; Renovace a povrchové úpravy – VUT Brno [Online]; [Citace: 20.února 2013]

http://ust.fme.vutbr.cz/svarovani/opory_soubory/renovace_a_povrchove_upravy_kubicek.pdf

- [9] OK COLOR [Online]; [Citace: 21.února 2013]
<http://www.okcolor.cz/cs/technologie/typy-preduprav/>
- [10] FELD Martin – CVUT Praha [Online]; [Citace: 3.března 2013]
http://martin.feld.cvut.cz/~kudlacek/ETP/_orgpovlaky.pdf
- [11] J. Hamernik [Online]; [Citace: 23.února 2013]
<http://jhamernik.sweb.cz/Koroze.htm>
- [12] Impreglon [Online]; [Citace: 28.února 2013]
http://www.impreglon.cz/impreglon/front_content.php?changelang=15&idcat=204
- [13] CHEDO [Online]; [Citace: 9.března 2013]
<http://www.chedo.cz/kat/Vady-nateru-projevujici-se-pri-zasychani-441/>
- [14] SIEMENS ELEKTROMOTORY s.r.o Podnikový popis technologie a montáže
- [15] QTECH [Online]; [Citace: 28.března 2013]
<http://qtech.cz/>
- [16] Spektrum Franěk [Online]; [Citace: 2.dubna 2013]
http://www.spektrum-franek.cz/images/spektrum-franek_UK-Vyroby/136-tech_list-File-7-53x.pdf
- [17] NOSEK - leasing [Online]; [Citace: 25.března 2013]
<http://www.nosek-obchod.cz/temacoat-gpl-s-primer-ral-6005-227/>
- [18] Gamin [Online]; [Citace: 3.dubna 2013]
<http://www.tloustkomer.cz/soubory/2.pdf>

8.2 Obrázky

[1] Abraziva.cz [Online]; [Citace: 3.února 2013]

<http://www.abraziva.cz/abrazivo-si-pisek-kremicity/>

[2, 3] I. D. D. abrasive s.r.o. [Online]; [Citace: 3.února 2013]

<http://www.idda.cz/granulaty.htm>

[4] Abraziva.cz [Online]; [Citace: 3.února 2013]

<http://www.abraziva.cz/abrazivo-korund/>

[5] Abraziva.cz [Online]; [Citace: 3.února 2013]

<http://www.abraziva.cz/abrazivo-karbid/eU/>

[6] Comprex [Online]; [Citace: 3.února 2013]

<http://www.comprexcz.cz/tryskaci-materialy/nerezovy-granulat/nerezovy-sekany-drot/arondovany-sekany-drat.html>

[7] Poziadavka [Online]; [Citace: 5.února 2013]

<http://www.poziadavka.sk/ponuky/ponuka-127349/Tlakove-tryskaci-zarizeni-s-odsavanim-SSM>

[8] STENG [Online]; [Citace: 5.února 2013]

<http://www.steng.cz/reference/lakovny-lagos-a-tryskaci-kabiny-blasteco-v-letech-2008-2009/>

[9] S. A. F. Praha [Online]; [Citace: 5.února 2013]

<http://www.saf.cz/cs/sortiment/pneumaticke-tryskaci-boxy/saci-a-tlakove-specialni/#>

[10] Piskovačka.cz [Online]; [Citace: 5.února 2013]

<http://www.piskovacka.cz/info-74-piskovaci-pistole>

[11, 12] STENG [Online]; [Citace: 5.února 2013]

<http://www.steng.cz/steng/tryskaci-boxy/mechanicke/>

[13] WALTHER TROWAL [Online]; [Citace: 5.února 2013]

<http://www.trowal.cz/stroje/omilani>

[14] Osborn [Online]; [Citace: 7.února 2013]

<http://www.osborn.de/czech/products/pibrushes/default.htm>

[15] Povrchové úpravy CHL [Online]; [Citace: 20.února 2013]

https://osha.europa.eu/fop/czech-republic/cs/publications/files/Povrchove_upravy_CHL.pdf

[16] Loskutak. Nova [Online]; [Citace: 27.února 2013]

<http://img.cz.prg.cmestatic.com/media/images/365x205/May2011/759793.jpg?d41d>

[17] Kovolak [Online]; [Citace: 28.února 2013]

<http://www.kovolak.cz/29-stolove-a-podlahove-kabiny-se-suchym-filtracnim-systemem.html>

[18] QTECH [Online]; [Citace: 5.března 2013]

<http://qtech.cz/index.php>

[24] Spektrum Franěk [Online]; [Citace: 25.března 2013]

<http://shop.spektrum-franek.cz/katalog/uzitkova-vozidla-a-busy/redidla-eft/F36504/>

[26] QTECH [Online]; [Citace: 7.dubna 2013]

<http://qtech.cz/index.php?cv=fotogalerie>

8.3 Tabulky

[1] Spolmont [Online]; [Citace: 5.února 2013]

<http://www.tryskani.kvalitne.cz/tryskani.php>

[2, 3] MOHYLA, Miroslav; Technologie povrchových úprav kovů. 3.vyd.Ostrava; Vysoká škola báňská – TUO, 2006. 156 s. ISBN 80-248-1217-7

[4] NOSEK - leasing [Online]; [Citace: 25.března 2013]
<http://www.nosek-obchod.cz/temacoat-gpl-s-primer-ral-6005-227/>

[11] Atryx [Online]; [Citace: 5.dubna 2013]
<http://www.atryx.cz/prakticka-prirucka/hodnoceni-prilnavosti/>

[15] ČSN EN ISO 16276-2: Ochrana ocelových konstrukcí proti korozi ochrannými nátěrovými systémy – Hodnocení a kritéria přijetí, adheze/koheze (odtrhová pevnost) povlaku – Část 2: Mřížková zkouška a Křížový řez. Praha: Český normalizační institut, 2008.

[19] ČSN EN ISO 16276-1: Ochrana ocelových konstrukcí proti korozi ochrannými nátěrovými systémy – Hodnocení a kritéria přijetí, adheze/koheze (odtrhová pevnost) povlaku – Část 1: Odtrhová zkouška. Praha: Český normalizační institut, 2008.